Im Drucke ist und erscheint demnächst:

Vergleichende

Lebens- und Entwicklungs-Geschichte

der

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber.

8°. ca. 20 Bogen mit 93 Original-Holzschnitten.

Preis ordinär 3 Mark.

(II. Theil des vorliegenden Werkes.)

Ferner:

Die

Gesetzmäßigkeit

im

Gesellschaftsleben

von

Dr. Georg Mayr,

k. b. Ministerialrath und Universitätsprofessor, Vorstand des statistischen Bureau's für das Königreich Bayern.

8°. 21 Bogen mit 19 Abbildungen und einem Kärtchen in Farbendruck.

Preis ordinär 3 Mark.

9

Die

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber,

k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

I. Theil.

Der Organismus der Insekten.

Mit 200 Original-Holzschnitten.

München.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1877.

XII. Band. **Bau und Leben der Pflanzen.** Von Dr. **G. W. Thomé** in Cöln. 21 Bogen Text mit 70 Holzschnitten.

XIII. Band. **Die Mechanik des menschlichen Körpers.** Von Prof. Dr. **Kollmann** in München. 20 Bgn. Text mit 60 Holzschn.

XIV. Band. **Das Mikroskop und seine Anwendung.** Von Prof. Dr. **Fr. Merkel** in Rostock. 20 Bogen Text mit 132 Holzschn.

XV. Band. **Das Spektrum und die Spektralanalyse.** Von Dr. **P. Zech,** Prof. der Physik am Polytechnikum in Stuttgart. 15 Bogen Text mit 33 Holzschnitten und einer Tafel.

XVI. Band. **Darwinismus und Thierproduktion.** Von Prof. Dr. **C. E. R. Hartmann.** 19 Bgn. Text mit 46 Holzschnitten.

XVII. Band. **Fels und Erdboden.** Von Hofrath, Prof. Dr. **Ferdinand Senft.** 26 Bogen. Text mit 17 Holzschnitten.

XVIII. Band. **Gesundheitslehre des menschlichen Körpers.** Von Dr. **P. Niemeyer** in Leipzig. 19 Bogen Text mit 31 Holzschn.

XIX. Band. **Die Ernährung des Menschen.** Von Dr. **Johannes Ranke** in München. 26 Bogen Text und eine Photographie von J. v. Liebig.

XX. Band. **Die Naturkräfte in ihrer Anwendung auf die Landwirthschaft.** Von Dr. **v. Hamm,** Ministerialrath in Wien. 22 Bogen Text mit 64 Holzschnitten.

XXI. Band. **Organismus der Insekten.** Von Professor Dr. **V. Graber** in Czernowitz. 26 Bogen Text mit 200 Holzschn.

Unter der Presse befinden sich und werden demnächst erscheinen:

XXII. Band. **Leben der Insekten.** Prof. Dr. **V. Graber** in Czernowitz.

XXIII. Band. **Gesetzmäßigkeit im Gesellschaftsleben.** Von Ministerialrath, Prof. Dr. **G. Mayr** in München.

XXIV. Band. **Die Naturkräfte in den Alpen.** Von Prof. Dr. **Fr. Pfaff** in Erlangen.

In Vorbereitung befinden sich folgende Bände:

Bollinger, Prof. Dr. in München. **Die Ursachen der Epidemien.**
Brefeld, Privatdocent Dr. in Berlin. **Bacterien und Pilze.**
Gudden, Prof. Dr. in München **Physiologie des Gehirns und der Nerven.**
Heller, Prof. Dr. in Kiel. **Die Parasiten.**
Jäger, Prof. Dr. Gust. in Stuttgart. **Die menschliche Arbeitskraft.**
Immermann, Prof. Dr. in Basel. **Gesundheit und Krankheit.**
Krebs, Dr. in Frankfurt. **Die Wechselwirkung der Naturkräfte.**
Lorenz, Dr., Ministerialrath in Wien. **Der Wald, der Boden und das Klima.**

Im Drucke ist und erscheint demnächst:

Vergleichende

Lebens- und Entwicklungs-Geschichte

der

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber.

8°. ca. 20 Bogen mit 93 Original-Holzschnitten.

Preis ordinär 3 Mark.

(II. Theil des vorliegenden Werkes.)

Ferner:

Die

Gesetzmäßigkeit

im

Gesellschaftsleben

von

Dr. Georg Mayr,

k. b. Ministerialrath und Universitätsprofessor, Vorstand des statistischen Bureau's für das Königreich Bayern.

8°. 21 Bogen mit 19 Abbildungen und einem Kärtchen in Farbendruck.

Preis ordinär 3 Mark.

9

Im Drucke ist und erscheint demnächst:

Die Naturkräfte

in den

Alpen.

von

Dr. Friedrich Pfaff,

o. ö. Professor an der Universität Erlangen.

8°. ca. 20 Bogen mit ca. 70 Holzschnitten.

Preis ordinär 3 Mark.

Naturkräfte.

Einundzwanzigster Band.

Die

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber,

k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

I. Theil.

Der Organismus der Insekten.

Mit 200 Original-Holzschnitten.

München.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1877.

unterschätzungen als, auch betreffs der gegen dieselben ausgesprochenen Anschauungsweise der insektlichen Organisation als etwas völlig Selbstständiges in Anspruch nehmen müssen.

Der hochsinnige Herr Verleger aber kann begegnen, daß wir uns zur Verfassung eines so schwierigen Werkes nicht selbst angetragen, sondern es erst über den Rath v. Siebold's übernommen haben, und daß wir es ferner, trotz des günstigen Vorgeschrittenes, das ihm, nach seiner Vollendung, der große Beifall gestellt, nur auf Grund einer völligen Neubearbeitung unter die Presse zu lassen wagten, wobei es uns leider nicht mehr vergönnt war, auch viele Holzschnitte durch inzwischen angefertigte Abbildungen instruktiverer Polypenstöcke und lehrhafterer schematischer Zeichnungen zu ersetzen, während andererseits, bezüglich des Textes, doch auch die Zeit mangelte, das Ganze in jene gleichmäßig populäre Form zu kleiden, wie sie zumal gewisse englische Naturforscher so meisterhaft handhaben.

Beides aber in einer neuen Auflage thun zu können, getrauen wir uns weniger für uns zu hoffen, als wir es dem Herrn Verleger wünschen, der hiemit der deutschen Nation abermals ein theures — hoffen wir aber — auch ein willkommenes Opfer bringt.

Czernowitz d. 24. April 1877.

Der Verfasser.

Inhalt.

besondere Mechanik für die belebten Naturtheile an, und machen den einzelnen Schöpfungsakt, den sie doch zu perhorresciren vorgeben, zu einem fortdauernden, indem sie, völlig in den alten Vorurtheilen befangen, der Ansicht Raum geben, daß jedem organisirten Wesen ein besonderes Gesetz innewohnt, das sowohl seine Lebensthätigkeit überhaupt als auch speciell die Richtung seiner Entwicklung bestimmt und regelt.

Nichts dünkt uns leichter als diese verkappte Schöpfungstheorie ad absurdum zu führen. Wir wählen hiezu ein Beispiel, das uns zugleich zu unserem Thema, dem Insektenorganismus hinüberleitet. — Es steht fest, daß es vor Zeiten nur Wasser- und speciell Meerthiere gegeben hat und die Paläontologie sagt uns ferner, daß in den ältesten Meeren relativ einfache und niedrige Organismen lebten, und daß die complicirteren und höher gebauten Formen erst aus einer spätern Zeit datiren.

Wie ist nun das aus dem Meer emportauchende Land bevölkert worden?

Mit der Annahme einer eigens zu dem Zweck inscenirten Extraschöpfung wäre die Sache allerdings sehr einfach beigelegt, wobei es dann ziemlich einerlei bleibt, ob man gleich die fertigen Thiere oder bloß deren Keime erschaffen sein läßt. Jedenfalls hat man aber dann das Recht zu erwarten, daß eine solche separate Landthierschöpfung ein wirklich originelles Gepräge an sich habe. Denn wenn das Meer seine ausschließlichen Thier-Specialitäten, seine Quallen, Polypen, seine Stachelhäuter u. s. w. beherbergt, so dürfte der neue Schauplatz, das mit dem Tropfbarflüssigen so sehr contrastirende Medium der Luft dem schaffenden Wesen doch die schönste Gelegenheit geboten haben, mit seinen Künsten sich sehen zu lassen.

Was aber zeigt uns denn die Landfauna in Wirklichkeit?

Lauter Bekanntes, lauter schon Dagewesenes: Würmer, Gliederthiere, Molluscen, Wirbelthiere, Alles genau nach der Schablone der betreffenden Wasserthiere, nur in etwas und häufig in nicht sehr gelungener Accomodirung an den neuen Aufenthaltsort.

Hier erscheint also die Schöpfungswiederholung in einem höchst fatalen Lichte. Denn wenn das Land nur das bekam, was ohnehin im Wasser schon genugsam vorbereitet war, und wenn ursprünglich dem Flüssigen angehörige Thiere unter gewissen und oft sehr unbedeutenden Abänderungen es auch im Trockenen aushalten konnten, so waren ja zur Bevölkerung des Landes jene Thiere ausreichend, die bei der allmäligen Entblößung des Festlandes aus dem Meere dort zurückblieben.

Und merkwürdigerweise pflichten dieser Erklärungsweise auch jene Naturforscher bei, welche die Entwicklung der Thiere durch ein denselben inhärirendes und unverändert fortwirkendes Gesetz bedingt sein lassen. Wir sagen merkwürdigerweise, weil bei der Umwandlung der Wasser- in Landthiere ein solches Entwicklungsprincip eine überaus mißliche Rolle zu spielen scheint.

Es setzt nämlich voraus, daß schon bei der ersten Entstehung der Meerthiere gewisse unter ihnen zu Landcandidaten prädestinirt wurden, d. h. daß sie für den späteren Landaufenthalt schon im Vorhinein angepaßt wurden. Wenn wir aber ein solches auf alle eventuellen Lebensumstände berechnetes und passendes Entwicklungsregulativ als etwas für die Naturforschung ganz und gar Unbegreifliches zurückweisen müssen, sind wir dann nicht logisch gezwungen jene Erklärung zu acceptiren, welche nur eine von Außen kommende Anpassung von Fall zu Fall kennt, und müssen wir also nicht auch in Bezug auf unser Beispiel einräumen, daß gewisse Wasserthiere nicht deßhalb sich in Landthiere metamorphosirten, weil sie zu dieser Würde schon

von allem Anfange delegirt waren, sondern aus dem Grunde, weil sie unter den neuen Existenzbedingungen nicht mehr die alten bleiben konnten, weil sie von dem Augenblicke an, wo sie auftauchten und atmosphärische Luft zu athmen begannen, wo ein neues Medium sie umgab, das sie austrocknete und für den äußeren Gasaustausch unzugänglich machte, und das nebstdem auch, in vielen Fällen wenigstens, eine andere Ernährungs- und Bewegungsweise erforderte, entweder einer durchgreifenden und plötzlichen Umgestaltung oder bei einem mehr vermittelten Wechsel der Medien doch einer allmäligen Metamorphose anheimfielen, wie wir eine solche ja noch gegenwärtig bei jenen Geschöpfen stattfinden sehen, die im Lauf ihrer individuellen Entwicklung ihren Aufenthaltsort wechseln.

Wir haben früher des für die Teleologen so verhängnißvollen Umstandes gedacht, daß die Thierwelt des Landes keinerlei demselben ausschließlich eigenthümliche oder originelle Gestaltungen aufweise, wie solche das Meer in großer Fülle darbietet.

Aber sind denn nicht gerade unsere Lieblinge, die Insekten, welche trotz ihrer Kleinheit die eigentlich tonangebenden und dominirenden Wesen der gesammten Landfauna genannt werden müssen, zugleich auch wahre Originalprachtstücke, wir möchten sagen, wahre Ideale von Landbewohnern, eigens und ausschließlich nur für das Luftleben bestimmt und eingerichtet und Kreaturen, die mit den Wassergeschöpfen nicht die mindeste Gemeinschaft haben?

Man darf es keinem Laien und am wenigsten den Entomologen gewöhnlichen Schlages verdenken, wenn sie die Insekten sowohl an sich genommen, als in ihrer Allgemeinheit, in der Großartigkeit und Mannichfaltigkeit ihres Daseins betrachtet, für eine besondere, selbstständige Welt halten. Oder

ist denn nicht schon das Leben der Kerfe, die furchtbare Energie, die staunenswerthe Geschicklichkeit und die unendliche Vielseitigkeit ihrer Arbeiten und Leistungen ein Phänomen ganz eigener Art? Ist ferner nicht auch die ganze innere und äußere Ausrüstung der Lebensmaschine, wie wir sie bei einer Libelle, bei einer Fliege, bei einer Biene u. s. w. bewundern, wahrhaft originell zu nennen? Existirt denn in der übrigen Thierwelt noch Etwas, was sich etwa einem Schmetterlinge vergleichen ließe? In dem prunkhaften äußeren Staat und dem mannigfaltigen Rüstzeug von Hebeln und Handwerksgeräthen, das die meisten unserer geflügelten Miniaturdickhäuter an sich tragen, stehen sie allerdings ganz einzig da. Aber wissen wir denn nicht, daß die Vögel, welche hinsichtlich ihrer glänzenden Erscheinung und namentlich auch wegen ihrer Fluggeräthe so viel Analoges mit den Kerfen haben, dennoch nur eine etwas modificirte Ausgabe von Reptilien sind, und legt es uns nicht gerade die außerordentliche Vollkommenheit des Kerforganismus nahe, daß ihm etwas minder Vollkommenes, etwas Einfacheres vorausgegangen sein muß?

Doch der Leser dürfte des Allgemeinen schon satt sein; wir wollen ihm die Sache nun an einem concreten Fall verdeutlichen. Die Gottesanbeterin, die Mantis religiosa, kennt er. Sie trägt, wie jedes vollblütige Insekt, am Rücken zwei Flügel- und am Bauch drei Beinpaare. An ihrem Fötus, am Embryo aber entdeckten wir kürzlich hinter dem letzten Beinpaar (Fig. 1 b₈) noch ein überzähliges viertes aber etwas kleineres, das jedoch bis zum Ausschlüpfen des Thieres, d. h. also bis es diese überschüssigen Gliedmassen auch gebrauchen könnte, sich allmälig zurückbildet und verschwindet. Wir haben es da also mit völlig functionslosen Gliedern zu thun, die nur als Ueberreste eines früheren Zustandes, als fortdauernde Zeugen der Abstammung dieser Kerfe von anders gearteten Wesen sich verstehen lassen.

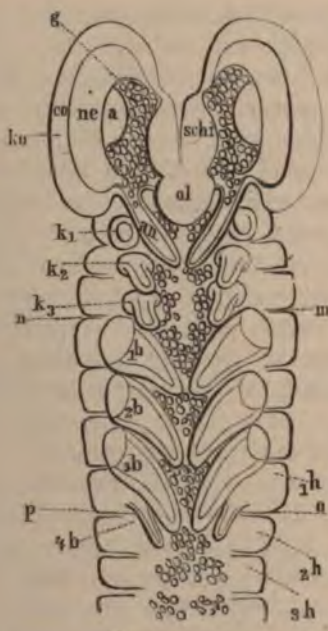


Fig. 1.
Vorderhälfte des bandförmigen Mantis-Fötus. ko Vorderkopfsegment (G Gehirn, ne Netzhaut, co Cornea der großen Facettaugen, schi Schildchen, ol Oberlippe, an Fühleranlagen), k_1 1. k_2 2. k_3 3. Kiefersegment. b_1 Vorder-, b_2 Mittel-, b_3 Hinterbrustring mit den den Kiefern entsprechenden Beinanlagen, b_4 überzähliges 4. Beinpaar am 1. Hinterleibssegment h_1.

Während aber der Mantis-Embryo um ein Beinpaar zuviel hat, besitzt das selbstständig gewordene Thier die Flügel noch gar nicht. Diese erlangt es erst später. Die Gottesanbeterin war also früher ein mehr als sechsbeiniges Thier, bevor es ein geflügeltes, ein echtes Insekt wurde.

So werden wir also von selbst darauf geführt, den Organismus des Insektes zunächst nicht am Insekt als solchem uns vor Augen zu führen, sondern ihn in seiner Allgemeinheit darzustellen, wie er am ganzen Thierstamme, dem das Insekt angehört, in die Erscheinung tritt. Wir werden also zunächst den allgemeinen Typus, gleichsam den Entwurf kennen lernen, der allen hier in Betracht kommenden Thieren zu Grunde liegt und werden dann dem Leser einen Begriff zu geben suchen, wie durch Abänderung, durch Complikation und fortschreitende Vervollkommnung dieses Typus eine unerschöpfliche Mannigfaltigkeit von Gestalten hervorgeht, unter denen aber die Insekten weitaus den obersten Platz behaupten.

II. Kapitel.

Allgemeine Orientirung über den Organismus der chitinhäutigen Gliederthiere.

Die eigentliche Fundamental- oder Grundform der typischen Gliederthiere ist die eines geringelten Wurmes (Fig. 1*) d. h. also eines Thieres, dessen walzlicher Hautschlauch durch eine Reihe äquidistanter Querfalten oder Ringfurchen in eine Kette reifartiger Glieder oder Zonen (Metameren = Folgestücke) zerlegt oder abgetheilt ist.

Fig. 1*. Larve einer Pferdemagenfliege.

Diese ganz charakteristische Architektonik des Körperbaues finden wir, wenn auch in sehr verschiedenen Graden der Deutlichkeit, außer bei den Insekten auch bei den Spinnenthieren (Arachnoidea), bei den Viel- oder Tausendfüßlern (Myriopoda) (Fig. 2), sowie bei den Krebsen (Crustacea) und Ringelwürmern (Fig. 3). So sehr aber auch die äußere Gliederung des Körperstammes der Ringelwürmer mit jener der Tausendfüßler z. B. (Fig. 3) übereinstimmt, so entdeckt der Leser doch sofort einen gewaltigen Unterschied, nämlich in der Beschaffenheit der paarigen Bauchanhänge oder Seitenaxen, womit sich diese Thiere theils stützen theils fortbewegen. Bei den Ringelwürmern sind diese Stammanhänge einfache Hautzapfen, bei den anderen ebenso gegliedert wie der Stamm selbst, gleichsam verjüngte Querstämme. So wie bei den Tausendfüßlern verhält es sich aber auch bei den Insekten, Spinnen und Krustenthieren. Diese faßt man deßhalb in einem engeren

Fig. 2.
Ringelwurm (Lumbricus gigantus).
Ki Kiefernklauen, Bl blumenblattartige Bauchanhänge.

Fig. 3.
Bandassel (Scolopendra morsitans Gerv.) an Antennen oder Fühler, h erstes Beinpaar des Rumpfes, in Beißwerkzeuge (Kieferfüße) umgewandelt.

Reich oder Kreis zusammen: dem der **Gliederfüßler** (Arthropoda). Da wir nun aber schon an's Classificiren der Gliederthiere gerathen sind, dürfen wir wohl noch etwas weiter gehen. Die Gliederfüßler selbst lassen sich, wie wir z. Th. schon wissen, streng nach ihrem Medium in Land- und Wasserbewohner scheiden. Landgliederfüßler sind, wenn wir

sie nach der Höhe ihrer Organisation rangiren, die Tausendfüßler, Spinnenthiere und Insekten. Von Wassergliederfüßlern gibt es dagegen nur eine einzige Klasse, d. h. man hat die Krebse, obwohl die Mannigfaltigkeit ihrer Gestalten jene der Landgliederfüßler bei Weitem übersteigt, nicht wie diese in Klassen, sondern bloß in Ordnungen getheilt, ein gewiß eclatantes Beispiel von der Willkürlichkeit der alten Systematik und von unserer Zähigkeit, an schlechten Traditionen festzuhalten.

Die jetzt angegebene Ordnung der Dinge sieht nun der Leser auch in einer etwas anschaulicheren Form, nämlich unter der einer Stammbaumskizze:

Diese Stammbaumskizze bedarf aber noch einer kurzen Erklärung. Einen vollkommenen Stammbaum der ganzen Thierwelt oder auch nur einer kleineren Gruppe kann Niemand aufstellen. Es fehlen uns hiezu einmal die zahlreichen längst ausgestorbenen Thierformen, die doch gerade die Anfänge der einzelnen genealogischen Linien bilden, und wenn wir diese auch besäßen, so wüßten wir doch häufig nicht genau wie und wo wir sie aneinander fügen und combiniren müßten. Die Reihen der jetzt lebenden Thiere repräsentiren ja im Allgemeinen nur die obersten Triebe des ganzen Lebensbaumes und die Ergänzung der fehlenden durch die Reproduction früherer Lebensstadien auf dem Wege der individuellen Entwicklung ist aus nahe liegenden Gründen doch nur ein sehr ungenügender Ersatz.

Speciell mit der Gliederthier-Genealogie verhält es sich aber so. Unter den Gliederfüßlern sind jedenfalls, wenigstens nach dem paläontologischen Befunde, die Krebse die ältesten und ursprünglichen. Die Landgliederfüßler gehen aber nicht, wie man sich oft vorzustellen pflegt, aus einer einfachen Weiterentwicklung der Krebse hervor, ja es fragt sich noch, ob sie überhaupt direct von ihnen sich abgezweigt haben. Streng genommen dürfen wir bloß sagen, daß beiderlei Zweige mit ihren Wurzeln sich nähern. Mit den einzelnen Landgliederthierklassen verhält es sich ebenso, d. h. wir wissen noch lange nicht, erstens wie diese zu einander stehen, und ob die Insekten, die höchsten Zweige des ganzen Stammes, aus ihnen, oder neben ihnen sich entwickelt haben.

Fig. 4.
Tonnenförmige Larve eines Ringelwurmes. Durch die zwei Wimperreife W ist der Leib in drei Segmente (?), ein Kopf-, Rumpf- und Afterfegment gesondert. D Darm, m Mund, a After. (Vergrößert.)

Was aber die Ringelwürmer betrifft, so sind auch diese etwa nicht die

unmittelbaren Vorgänger der Krebse, sondern nur, wie wahrscheinlich auch die Räderthiere, eine weit entfernte Seitenlinie des gesammten Gliederthierstammes, von dessen eigentlichen Urformen wir gar keine sichere Kunde haben. Daß Anneliden und Gliederfüßler selbst in ihren ersten uns jetzt bekannten Anfängen sehr weit auseinandergehen, das kann der Leser aus der Confrontirung beistehender zwei Larven ersehen. Worin, müssen wir fragen, liegt da eigentlich das Gemeinsame, ja was berechtigt uns, sie überhaupt zusammenzustellen?

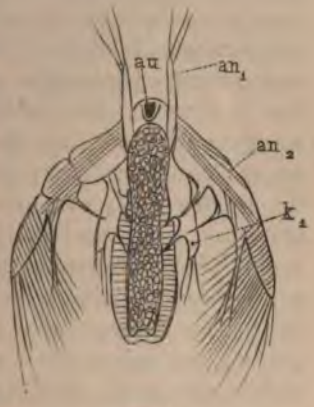


Fig. 5.
Erstes oder sog. Nauplituslarvenstadium eines Kiemenfußes (Branchipus stagnalis). an1 erstes, an2 zweites Fühler-, k1 erstes Kieferpaar. au unpaariges Stirnauge.

Als das vornehmste und allgemeinste äußere Erkennungszeichen der Gliederthiere haben wir, wie billig, die Segmentirung, die Unterabtheilung oder Zerlegung ihres Körperstammes in eine Folge von Gliedern hervorgehoben, denn dies ist es ja bei vielen Articulaten allein, was sie von den nicht gegliederten Würmern, d. h. von Würmern mit einem continuirlich ausgedehnten Hautschlauch unterscheiden läßt.

Müssen wir uns aber nicht auch sofort die Frage stellen, wie denn die organisirende Natur dazu gelangt, ein Ganzes, etwas Einheitliches und Einfaches in eine Vielheit einander ebenbürtiger (hononomer) Theile aufzulösen? Aber sie könnte ja auch den entgegengesetzten Weg eingeschlagen haben, sie könnte mehrere einfachere Lebenseinheiten zu einem größeren Ganzen aneinander geknüpft und vereinigt haben, kurzum sie

könnte ja synthetisch verfahren sein. Oder ist nicht der Bandwurm z. B. in der That eine solche Personal-Union, eine solche Zusammenfassung einem gemeinsamen Oberhaupte subordinirter und bis zu einem gewissen Grade selbstständiger, oder autonomer Lebewesen? Aber der Gliederwurm, wir meinen das ebenmäßig segmentirte, anhangslose Gliederthier ist eben kein Bandwurm. Es handelt sich da nicht um eine lose Aneinanderreihung von successive dem Kopf entsprossender autonomer Zeugungspersonen; seine Glieder, mögen sie auch, wie bei den Ringelwürmern, in Bezug auf mancherlei Lebensfunktionen, wie namentlich die der Zeugung und der Absonderung überhaupt, ganz unabhängig gestellt sein, können doch nur in der Gemeinschaft mit den übrigen existiren. So sind wir mit der Verneinung der zweiten Frage zugleich der Beantwortung der ersten näher gekommen, nämlich die einzelnen Articulatensegmente, gleichsam die in einer Linie aneinanderschließenden Kammern des ganzen Lebensgebäudes dieser Thiere, zugleich als die „dienenden Theile", als die Haupt-Hülfsorgane ihres Organismus aufzufassen.

Mit der Erkenntniß der Zweckmäßigkeit des hier durchgeführten Principes der Decentralisation, der Arbeitstheilung, ist freilich die Gliederung der Articulaten noch lange nicht erklärt. Wir begreifen jetzt erst, warum es dazu kommen konnte, aber nicht, warum es dazu kommen mußte.

Wir sind früher etwas übereilt gewesen. Wir haben nämlich die äußeren Einschnitte, also in letzter Linie bloße Faltungen der Haut als Ausdruck einer Gliederung, einer Zertheilung des ganzen Körpers hingestellt. Aber ist dies nicht auch bis zu einem gewissen Grade wirklich der Fall, d. h. sind nicht die durch die Hauteinschnitte markirten Folgestücke oder Zonen des Articulatenleibes in mancher Hinsicht unabhängig gestellte Theilorganismen und kann diese innere Gliederung, wie wir sie nicht ganz passend nennen wollen,

nicht eben durch die äußere, durch die von Strecke zu Strecke sich wiederholende Einkerbung des Hautschlauches bedingt sein? Wir werden später hören, daß diese Anschauung in der That Vieles für sich hat, indem die Unterbrechung der Continuität des eigentlichen Hautschlauches auch von einer Separation der damit in engster Beziehung stehenden inneren Organsysteme begleitet ist.

Aber wie erklärt sich denn die Querfaltung oder Ringelung der Articulatenhaut selbst? Um der Lösung dieser Frage näher zu kommen, müssen wir vorerst deren Beschaffenheit in's Auge fassen, was wiederum ein näheres Eingehen auf die elementare Zusammensetzung der betreffenden Thiere erfordert. — Der ganze complicirte Organismus der höheren Thiere entsteht bekanntlich aus dem Protoplasma der Eizelle, durch dessen specifische chemisch-physikalische Beschaffenheit der Gang und das Ziel der Entwicklung bestimmt wird, insoferne nicht gewisse äußere Existenzbedingungen die ererbte Evolutionsrichtung moderiren. Aus dieser Eizelle entsteht dann zunächst, durch Theilung ihres Protoplasmas, ein Conglomerat von anfangs scheinbar ganz gleichartigen Zellen, den sogenannten Embryonalzellen, welche gleichsam die Bausteine sind, aus denen der Organismus aufgeführt wird. Diese Erstlingszellen ordnen sich später in mehrere und zwar meist in zwei oder drei flächenhafte Anhäufungen oder Schichten, die sogenannten Keimblätter, welche im weiteren Verlauf der Entwicklung, indem sie sich röhrenartig zusammenkrümmen, einen Doppelschlauch bilden, dessen äußere Wandung zur Haut-, dessen innere dagegen zur Darmfläche wird, während der Zwischenraum zwischen diesen vorne und hinten in einander verschmelzenden Wandungen die Leibeshöhle darstellt.

Die Zellen des äußern und inneren Keimblattes kann man füglich als äußere und innere Grenzzellen und die des

dazwischen liegenden oder mittleren Keimblattes als Binnenzellen bezeichnen, wobei wir nur noch erwähnen, daß gewisse Binnenzellen des fertigen Organismus, wie zumal die Nerven- und Sinneszellen aus der äußeren Grenzzellenschichte des Embryo hervorgehen.

Es läßt sich beim heutigen Stande der Wissenschaft unschwer nachweisen, und hat dies erst neulich wieder in ausgezeichneter Weise Gustav Jäger in seinen zoologischen Briefen gethan, daß die Ursache der Gewebs-Differencirung d. h. der verschiedenartigen Qualificirung und Verwendung der einzelnen Zellaggregate im Haushalt des thierischen Organismus die Differenz der Existenzbedingungen ist, welche sich bei der Bildung eines Zellconglomerates unter den einzelnen ursprünglich gleichartigen Zellen je nach ihrer Lage innerhalb der Zellgesellschaft einstellen müssen.

Was nun zunächst die Formen des Binnengewebes anbetrifft, so gehören dahin die Muskelzellen, Nervenzellen, die Bindegewebszellen, die Wanderzellen (Blut- und Lymphkörperchen), die Geschlechts- oder Arterhaltungszellen, sowie die Zellen des (namentlich bei den Insecten sehr entwickelten) Fettkörpers, über deren Beschaffenheit und Leistung wir bei den betreffenden Organsystemen, denen sie angehören, das Nöthigste sagen werden.

Hier interessiren uns hauptsächlich die Grenzzellen, wovon die äußeren die Oberhaut oder Epidermis zusammensetzen, während die inneren, als sogenannte Epithelzellen die Auskleidungen der verschiedenen mit der Außenwelt communicirenden Hohlräume des Körpers, wie des Darmes, der Athmungsorgane, der Respirationsröhren u. s. f. bilden. Im Gegensatz zu den Binnenzellen, welche theils ihre primitive Kugelgestalt beibehalten, theils eine mehr spindelförmige, ja selbst lange und bandartige Form annehmen, bekommen die [illegible] Thieren in einer einzigen Schichte eng an-

einander gedrängten Grenzzellen, da sie in Folge ihrer Anordnung vornehmlich nur in einer auf diese Fläche senkrechten Richtung wachsen können, eine mehr cylindrische oder prismatische Gestalt, die sich nicht besser als mit jener der Bienenzellen vergleichen läßt. Die schlauchartigen Zellen der einschichtigen Grenzhäute zerfallen aber wieder in zwei wesentlich von einander abweichende Kategorien, deren Beschaffenheit und Vorkommen in völliger Harmonie steht mit der Differenz der Medien, von denen sie bespült werden. Bei kleinen niederen Thieren, welche im Wasser leben und anderweitiger Bewegungs- und Greiforgane entbehren, sowie auch bei gewissen Entwicklungsstadien höherer Thiere, welche ja, wie wir wissen, den letzteren oft zum Verwechseln ähnlich sehen, ist nicht allein die freie, daß heißt die dem äußeren Medium zugewandte Fläche der inneren, sondern auch jene der äußeren Grenzzellen mit feinen contractilen Fortsätzen, den sogenannten Flimmerhaaren (Fig. 6 w) versehen, durch deren ununter-

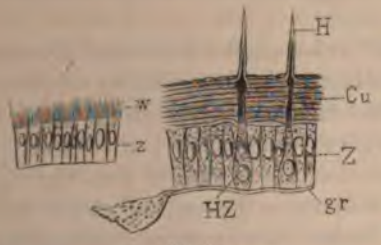


Fig. 6.
Hautepithel eines Wurmes. Die Zellen tragen Wimperbüschel w.

Fig. 7.
Querschnitt durch das Integument eines Chitinhäuters. z Epithel (Panzerdrüse). gr bindegewebige Stützmembran desselben. Cu die schichtweise abgesonderte chitinisirte Cuticula. HZ große haar (H) erzeugende Epithelzellen.

brochene wellenartige Bewegung ein regelmäßiger Zu- und Abfluß der die Zellflächen bespülenden Flüssigkeit unterhalten wird. Ein solches *Flimmerepithel* charakterisirt unter

Anderen, um bei den Articulaten zu bleiben, die Embryonen der Ringelwürmer, wo es (Fig. 4) in mehreren Zonen den tonnenförmigen Leib umspannt, sowie es auch zur Fortbewegung der im Darme und in den Leitungsröhren der Absonderungs- und Geschlechtsorgane vorhandenen theils ganz-, theils halbflüssigen Materien noch bei den ausgewachsenen Anneliden eine wichtige Rolle spielt, sowie denn überhaupt bei den im Wasser wohnenden Thieren der chemische, gestaltliche und physiologische Unterschied zwischen den äußeren und inneren Grenzzellen aus naheliegenden Gründen viel geringer ist als bei den Luftbewohnern. Bei den letztern, sowie auch bei den größeren Wasserthieren verliert sich aber später das Flimmerepithel wenigstens an der Außenfläche des Körpers und zwar offenbar aus dem Grunde, weil dasselbe einerseits wegen der hochgradigen, mechanischen und zum Theil auch chemischen Insulte, denen es ausgesetzt ist, nicht bestehen könnte und weil es andererseits bei der Entwicklung anderweitiger ausgiebigerer Locomotionsvorrichtungen seine Bedeutung verliert.

Sowie das Leben jedes Gesammtorganismus beruht auch das seiner constituirenden Elementartheile auf einer beständigen meist als Stoffwechsel bezeichneten Molecularveränderung. Die Zellen nehmen fremde Stoffe, sei es direkt von Außen, wie jene des Darmes z. B., sei es aus dem eigenen Stoffmagazin des Körpers, in sich auf, verarbeiten und assimiliren dieselben nach Maßgabe ihrer chemisch-physikalischen Konstitution und sondern gewisse Bestandtheile wieder ab. Bezieht sich die aufnehmende und ausscheidende oder die percipirende und productive Thätigkeit der Zellen weniger auf ihre eigene Erhaltung und Vergrößerung, als auf den Haushalt des Gesammtorganismus, so pflegt man solche Elementartheile als Drüsenzellen und flächenhafte Anhäufungen von solchen, die wie gewisse Darm- und Integumentzelllagen ein schleimiges

Secret absondern, als Schleimhäute zu bezeichnen. Da in gewissem Sinne fast alle Zellen drüsiger Natur sind, so liegt das Charakteristische der Schleimhautsecretion nur in der größeren Menge der Ausschwitzungen, und in der einseitigen durch die Zelllagerung vorgezeichneten Richtung, in welcher sie erfolgen. Ungemein verschieden ist aber die Natur der gelieferten Secrete, welche durch den ganzen Chemismus des betreffenden Thieres bedingt ist. Von besonderem Interesse für uns sind aber die schleimsecernirenden äußeren Hautflächen. Am bekanntesten durch ihr schleimiges Integument sind wohl die Weichthiere. Der Schleim, der ihren Körper überzieht, kann gleichsam als eine zweite Schutzdecke angesehen werden, sowie denn ja die festen Gehäuse dieser Thiere eben demselben, aber mit Kalksalzen reichlich imprägnirten Secrete ihren Ursprung verdanken.

Und die Gliederthier-, die Insekten-, die Krusterhaut? Sie ist nichts anderes, als eine einzige kontinuirliche Schleimdrüse, deren Secret aber keine Kalk- oder doch, wie bei den Krustern, keine ausschließliche Kalk- sondern eine Art Horn-, eine Chitinschale bildet.

Bekanntlich wird den im Wachsthum begriffenen Gliederthieren und zumal den Insekten von Zeit zu Zeit ihr oft ganz unnachgiebiger Hautpanzer zu eng, und in Folge dessen gewaltsam gesprengt und abgeworfen. Nimmt man aber diesen Chitinüberzug schon früher ab, so sieht man unter ihm die eigentliche Mutter- oder Zellhaut, welche ersterem den Ursprung gibt.

Sie ist (Fig. 7) ein gewöhnliches Cylinder- seltener ein Pflasterepithel, in dessen Zellen in der Regel lebhaft gefärbte, sogenannte Pigmentkörnchen abgelagert sind, welche, zum Theil wenigstens die Farbe der Haut bestimmen. Am häufigsten ist die Gliederthierepidermis braun oder roth pigmentirt und dies auch bei solchen Thieren, welche, wie z. B. das Heupferd, äußerlich ganz grün, oder, wie die Feldgrille, schwarz erscheinen, ein Umstand, der theils durch die lichtbrechende

Beschaffenheit theils durch die Eigenfarbe der vorgelagerten Chitinhaut erklärt wird.

Nicht selten, so bei kleinen im Wasser oder an dunkeln Orten lebenden Geschöpfen, Krebsen, Insektenlarven z. B., ist die Schleimhaut aber völlig farblos und die Thiere erscheinen dann von glasartiger Durchsichtigkeit.

Eine künstlich entblößte Kerfepidermis bedeckt sich aber bald wieder mit einer dünnen Flüssigkeitsschichte, die aber sehr rasch zu einem homogenen elastischen Häutchen, einer sogenannten Cuticula erstarrt.

Bei manchen Articulaten hat es mit der Ausscheidung eines einzigen solchen Häutleins sein Bewenden, bei andern aber entsteht nach und nach ein ganzes System übereinandergeschichteter Platten, die dann zu einer einzigen zusammenhängenden starren Rinde oder Borke verschmelzen. Aeußerlich, und besonders in der Farbe, erinnert die Substanz dieser Panzer, der Leser denke z. B. an den des Nashornkäfers, an das Horn, das aber keine Cuticularbildung ist, sondern aus vertrockneten, aus verhornten Epithelzellen besteht. Man hat es aber hier, wie schon angedeutet, mit einem besonderen organischen Stoff, dem Chitin, zu thun. Es ist dies eine der unverwüstlichsten Materien, welche in der chemischen Werkstätte der Thiere bereitet wird. Eine Art stickstoffhaltiges Holz, möchten wir sagen, wenigstens ist die Pflanzencellulose bis auf den fehlenden Stickstoff von ganz analoger Zusammensetzung. Mit dem Holz theilen die Chitinhäute auch, nebst ihrer Unlöslichkeit in kochender Kalilauge, die Eigenschaft, daß man selbst nach erfolgter Verkohlung und Einäscherung ihre Textur noch bis auf das feinste Detail erkennen kann, während Horngebilde bekanntlich dabei zu einem unförmlichen Klumpen zusammenschmelzen.

Nun darf sich gewiß kein Insekt mehr beleidigt fühlen, wenn man es hölzern, wenn man seine Ober- oder richtiger

seine Ueberhaut, sein Kleid eine Rinde oder Borke nennt. Dieser Unverwüstlichkeit des Gliederthierintegumentes verdanken wir auch die einfache Conservirung der diesbezüglichen Sammlungen. Kerfe, Spinnen, Krebse u. s. w. können ganz trocken und ohne alle künstliche Einbalsamirung Jahrtausende hindurch erhalten bleiben, falls sie nicht vom Zahn der Zeit oder richtiger vom Zahn chitingieriger Fraßmäuler angenagt werden. Die Kerbthiere haben sich selbst konservirt — sie haben sich selbst oder doch wenigstens ihre Garderoben, ihre Harnische und Panzer unsterblich gemacht.

Die chitinogene Disposition kommt aber bei den höheren Gliederthieren nicht der äußeren Grenzzellenlage, der Chitinmutter im engern Sinne, allein zu, sondern alle oder fast alle Epithelien, welche bei den niederen Würmern zu flimmern pflegen, bedecken sich mit einer erhärtenden Ausschwitzung dieses Stoffes, ja wir finden sogar die häutigen Scheiden der Muskeln und Nerven und gewisser Sinneszellen, sowie manche Bindegewebsarten mehr oder weniger chitinisirt, wodurch es sich denn auch erklärt, daß wir an längst vermodert geglaubten Kerfmumien, nach vorhergehender Aufweichung in Kalilauge, schon Studien über die feinsten Nervenendigungen anstellen konnten.

Die Panzerhaut der Articulaten ist aber nicht bloß das solideste Bedeckungs- und Schutzmittel, das man sich denken kann, sie verdient den Namen Kleid auch wegen ihrer oft außerordentlichen Schönheit. Oder wer bewundert nicht den Goldharnisch der Caraben, das mit tausend blitzenden Smaragden gestickte Prachtkostüm des Brillantkäfers, oder den bunten Farbenschimmer der Libellen und Schmetterlingsflügel? Und ist denn nicht der blätterige Artikulatenpanzer gleichsam eine chitinisirte Perlmutter, das herrlichste Objekt zur Demonstration der Interferenzfarben, und darf man sich also wundern, wenn Alt und Jung diesen glänzenden Schnitzwaaren nachläuft?

Von erstaunlicher Mannichfaltigkeit ist die Oberfläche dieser Häute. Man denke nur an den Pelz der Hummel, an das wunderliche Relief der Laufkäferflügel mit ihren Ketten, mit ihren Höckerlinien, an die schuppigen Falterschwingen, und dann an die spiegelblanken, wie abgeschliffenen Panzer vieler Blätterhörner und Bockkäfer. Und wenn man erst die scheinbar glatten Chitindecken unter's Microscop legt! Welche wundervolle Mosaik bilden ihre minutiösen Rauhigkeiten — und was läßt sich alles daraus machen! Selbst Violinen, selbst die zierlichsten Toninstrumente!

Eine Gattung der allerhäufigsten Cuticularfortsätze, nämlich die Haare, bald als sogenannte Borsten unmittelbar von der Fläche aufragend, bald gelenkig darin eingepflanzt, müssen wir noch eigens hervorheben. Fast jeder solchen bedeutenden Erhebung der Chitindecke entspricht auch ein besonderer Fortsatz der Mutter- oder Zellhaut. Bei den Haaren ist es aber meist eine größere, flaschenförmige Zelle (Fig. 7 H Z), deren Hals, die Chitinhaut durchbohrend, in die Höhlung des Haares eintritt, so daß also bei jedem Hautwechsel auch das Haar getreulich wieder erneuert wird, falls es nicht zur Rückbildung bestimmt ist, der selbstverständlich auch jene der Haarerzeugungszellen vorhergeht.

Außer diesen weiten Poren, den Ausführungsgängen von Haar- und anderen Drüsen, beobachtete zuerst Leydig, unübertroffen in solchen Studien, noch ein System unendlich feiner hart nebeneinander stehender Kapillarröhren, die wohl für die nöthige Lüftung des Ganzen sehr nothwendig erscheinen. Doch gleicht bisweilen die Textur der Chitinhaut der eines aus rechtwinkelig einander kreuzenden Fäden gewobenen Tuches, wodurch natürlich das Passende des Namens Chitin- oder Kleidstoff noch erhöht würde.

Tragen aber bloß die Glieder- mit Einschluß der Räderthiere ein Chitinhemd? darauf läßt sich, solange der chemische

Nachweis fehlt, sehr schwer antworten. Kennt man ja nicht einmal das Annelidenchitin. Eine der Chitinhaut äußerlich ganz ähnliche Cuticula schwitzen die meisten Würmer, viele sogenannte Pflanzenthiere und, wie allgemein bekannt, auch die Infusorien und verschiedene einzellige Urthiere aus. Jedenfalls aber dürfen wir behaupten, daß die Chitinisirung, die Verhölzerung des Integumentes nicht urplötzlich bei den Gliederthieren sich einstellte, sondern, daß sie schon früher, bei niederen Wesen, allmählig vorbereitet wurde. Und ist es denn mit der Faltung, mit der Gliederung dieser Chitinhüllen anders? geht sie nicht Hand in Hand mit der Zunahme der Dicke und Starrheit dieser Häute? Muß nicht eine stellenweise Unterbrechung und Verdünnung solcher starrgewordener Körperhüllen, also kurz gesagt eine Gelenkung stattfinden, falls das Thier überhaupt in seiner Zwangsjacke noch bewegungsfähig bleiben soll? Wir behaupten also, nicht die Chitin- sondern die gleichzeitige Dickhäutigkeit ruft bei entsprechend angelegten, langgestreckten Thieren die Gliedleibigkeit hervor. Einen eclatanten Beweis liefern die Infusorien. Die meisten haben einen zarten Hautschlauch mit gleichmäßiger Ausdehnung. Bei einigen aber mit sehr dicker, schalenartiger Cuticula ist diese in zierliche Ringfalten gelegt. Die Kürze des Leibes und die niedrige Organisation läßt aber, in Bezug aufs Innere, keine weiteren Consequenzen zu. Durchs ganze große Würmerreich herauf sind ferner Hautquerrunzeln eine sehr gewöhnliche Erscheinung, aber erst bei den Ringelwürmern werden sie nach und nach, und zwar ziemlich zufällig und willkürlich, in ein regelmäßiges System gebracht. Und sind, müssen wir wohl auch fragen, nicht die Gliederthiere in der That aus ungegliederten Wesen hervorgegangen? Sind die Urlarven der Anneliden und Krebse (Fig. 5 u. 6) nicht ungegliedert? Doch da könnte man uns einen gewichtigen Einwurf machen. Es war oben von einem Insektenfötus die Rede. Er entsteht, und dies ist zugleich ein

[illegible] Anlage der [illegible]platten

Wie können sich aber nach unserer Theorie am Insektenfötus [illegible] zu einer Zeit, wo er noch gar keine Haut, [illegible] Cuticula hat? Aber wäre denn die spätere Glie[illegible] ohne eine solche Vorbereitung möglich? Zudem kann [illegible] segmentirte Primitivstreifen nicht einer [illegible] selbstständigen Lebensform entsprechen, [illegible] bei manchen Insekten, und unter Anderem [illegible] Biologie dieses sich zum gegliederten Thiere vor[illegible] ungegliederte Larven voraus, d. h. [illegible] segmentirte Anlage des späteren Gliederthiers [illegible] bereits fertigen, und lebensfähigen Wurmthier. Man braucht also nicht [illegible] Segmentirung eine Anpassung [illegible] der späteren anzunehmen, man [illegible] Daß die ersten den ungegliederten [illegible] Entwickelungsstadien heutzutage [illegible] ganz in Ausfall gekom[illegible]

Hebel und Stützflächen bietet, an und zwischen welchen die Muskeln sich zusammenziehen, wenn sie den Gesammtkörper von der Stelle bringen oder einzelne Theile bewegen sollen.

Aber wozu braucht der Hirschkäfer z. B., dieser „hörnerne Siegfried", ein solches inneres Gerüste, ist sein Hautpanzer nicht Scelet genug, könnte der innere Weichkörper einen bessern Schutz und eine bessere Stütze finden, als in der harten Chitinkapsel, die ihn einschließt? Ist doch manchen Krebsen, manchen Bockkäfern ebensowenig beizukommen als einer Muschel, wenn sie ihre steinernen Schalen zuklappt, oder einer Schildkröte, wenn sie in ihre knöcherne Festung retirirt.

Aber wie können die Chitinhäuter in ihrem, ihnen eng an den Leib gemessenen Harnisch sich rühren, wie soll der starrhäutige Stamm sich selbst bewegen? Der Mechanismus ist einfach. Der eigentliche Motor, von dem die Bewegung ausgeht, ist in seiner ursprünglichsten Form ein Muskelschlauch, der unmittelbar mit der Haut zusammenhängt, mit dem es sich also ganz ähnlich verhält, wie mit jenem System von Muskeln, womit wir unsere Stirn- oder die Bauchhaut bewegen. Die Fasern dieses Hautmuskelschlauches verlaufen vorzugsweise nach der Länge des Stammes, und ermöglichen, indem sie an verschiedenen Stellen an der Haut angreifen und an andern sich stützen, durch gruppenweise Zusammenziehung oder Erschlaffung die verschiedenartigen Krümmungen desselben, vorausgesetzt natürlich, daß die Körperhülle sich biegen läßt. So ist's bei den ungegliederten Würmern, die gleichsam einen einzigen aber biegsamen Hebel bilden. Bei den Ringelwürmern ist der Muskelschlauch ein ähnlicher; der von einer schon steiferen Cuticula umschlossene Körper kann aber nicht mehr allseitig bewegt werden, sondern nur stück- oder streckenweise, d. h. nach Maßgabe der dünnen Zonen und Einschnitte, durch welche die Gesammthülle in ein

System an und für sich starrer aber gegen einander beweglicher und verschiebbarer Gürtel zerlegt ist. Deutlicher wird dies später werden. Indem bei den Gliederfüßlern die Hautstarre noch mehr zunimmt, ist auch seine motorische Unterlage, der Hautmuskelschlauch der Würmer, allmählig eine vollkommnere Anpaßung eingegangen, während die Elementartheile selbst, nämlich die Muskelfasern, welche bei den Würmern sogenannte glatte sind, mit der Querstreifung, d. h. mit der vollkommneren Differencirung ihres contractilen Inhaltes auch eine größere Energie und Spannkraft erhalten.

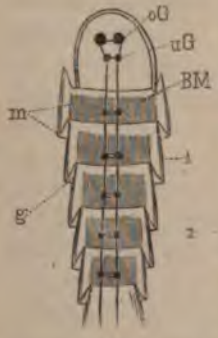


Fig 8.
Vorderpartie eines chitinhäutigen Gliederthieres nach Abtragung der Rückendecke geöffnet. Schematisch.

Die Zerstückelung, welche am chitinösen Hautschlauch doch nur eine halbe, eine unvollständige ist, da die einzelnen oft scheinbar ganz von einander getrennten Hautgürtel, ja doch, unter Vermittlung der Gelenkshäute, ein continuirliches Rohr bilden. Diese Zerstückelung sagen wir, ist am Arthropodenmuskelschlauch factisch und ganz durchgeführt, die Kontinuität ist völlig aufgehoben, wir haben nichts Ganzes, nichts Zusammenhängendes, sondern nur mehr Theile, Einzelnes, gewissermaßen Muskelindividuen vor uns, die nur dadurch, daß sie nicht bloß einzeln, jedes für sich wirksam sein können, sondern, durch das dominirende Nervencentrum angeregt, auch alle im gleichen Sinn und zu demselben Zwecke ihre Kraft anstrengen, zu etwas Einheitlichem gelangen, und in ein bestimmtes System sich fügen und einreihen. Wir können auch sagen: die ganze Bewegungsarbeit ist hier freigegeben, einer Reihe von selbstständigen Organen übertragen, das Princip der Arbeitstheilung, der Decentralisation ist zur vollendeten Thatsache geworden.

Die nöthige Erläuterung zum Gesagten soll zunächst Fig. 8 geben. Man sieht die starr zu denkenden Hautgürtel durch nach innen und vorne gewendete düne Zwischenlagen, die Gelenksfalten, in- und aneinander gefügt. Jedem Hautgürtel entspricht eine besondere Zone des zerschnittenen Muskelschlauches (m) die Fasern, nehmen wir an, seien alle längslaufend. Die Befestigungsweise der zu den Hautgürteln gehörigen Muskel-

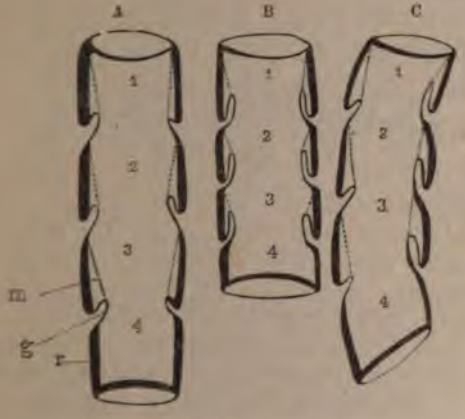


Fig. 8*.
Schema des Gliederthierhautmuskelschlauches. A im schlaffen, B im allseitig, C im einseitig contrahirten Zustand.
r Scelettringe, g Gelenkshaut, m Muskel.

röhren zeigt die Abbildung. Der vordere Rand stützt sich auf die steife Zone jedes Ringes (r), der hintere dagegen befestigt sich an der dünnen nach innen vorspringenden Gelenksfalte (g), die so zur Handhabe oder Sehne wird, auf welche der Muskel seine Kraft wirken läßt. Fig. 8* macht dies noch deutlicher. Die Muskeln (m) spannen sich zwischen je zwei unmittelbar aufeinande

folgenden Sceletringen aus. Denken wir uns den vordern (1) fest, was wird dann geschehen, wenn der Muskel sich contrahirt, sich also verkürzt? Es wird die Gelenksfalte und damit der ganze hintere Ring nach vorne bewegt also in den vorderen hineingeschoben (B), um später, wenn der Zug des Muskels nachläßt, durch die federnde Wirkung der stark angespannten Gelenksfalte wieder in die Ruhelage zurückzukehren.

Haben wir den Hautschlauch der Würmer als einen einzigen, aber biegsamen Hebel bezeichnet, so können wir also den der Gliederthiere ein lineares System von starren Hebeln nennen. Wir haben eine Reihe steifer Gürtel oder Reifen (Fig. 8*) durch nach innen vorspringende Ringfalten zu einem Ganzen vereinigt. Indem alle von Ring zu Ring sich ausspannenden Längsmuskeln sich verkürzen, werden die Reifen einander genähert. So erinnert das Ganze an eine röhrenförmige Spiralfeder, welche wir durch zwei Finger zusammendrücken, die sich aber sofort wieder ausdehnt, wenn der fremde Zwang entfernt ist.

Zu Hebeln werden die äußern Sceletringe aber dadurch, daß sich die Muskelgürtel nur einseitig verkürzen. Der dem Angriffspunkt des sich contrahirenden Muskels gegenüberliegende Punkt der Gelenkshaut wird dann zum Drehungspunkt, zum Gelenk. Das gewöhnlichste Resultat dieser Anordnung des locomotorischen Systems ist die einfache Krümmung (C) des Leibes und dann die abwechselnde Rechts- und Linkskrümmung oder die schlängelnde Bewegung, wie wir sie z. B. beim Skolopender, bei vielen Kerflarven und bei den Ringelwürmern antreffen.

Die anschaulichste Vorstellung von der hohen Vollendung dieses Mechanismus geben uns die Turnübungen mancher Insektenlarven. Gewisse Fliegenmaden z. B., wie

wir erst jüngst eine aus einem neugebornen Blattlaussprößling hervorkriechen sahen, stellen sich auf ihren Hintern und machen nun von diesem Stützpunkt aus die merkwürdigsten Evolutionen. Jetzt ragt der Leib wie eine starre Stange senkrecht in die Luft, dann neigt er sich nach dieser oder jener Seite oder dreht sich oft gar im Kreise herum.

So gibt sich denn also der Organismus selbst der einfachst gebauten Gliederthiere, wenigstens in seiner äußeren

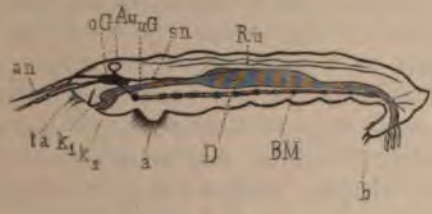


Fig. 9.

Larve der Federbuschmücke (Chironomus plumosus). Am Kopf die Antennen (an), die Augen (Au), die Kiefer (k_1) und die Mundtaster (ta).

(a) Brusthöcker, (b) mit Klammerhacken bewehrter Schwanztheil, D Darm, Ru Rückenherz, BM Bauchmark. Sein vorderstes Kettenglied, aus dem oberen (oG) und unteren Schlundganglien (uG) bestehend bildet einen den Schlund umspannenden Ring, (sn) der vom Gehirnknoten entspringende Schlund-Magennerv.

Erscheinung, vorwiegend als eine Bewegungsmaschine zu erkennen, und der Leser wird bald gewahr werden, daß auch die weiteren Complicationen dieses Typus hauptsächlich durch die Vervollkommnung des locomotorischen Apparates bedingt, also in erster Linie mechanischer Natur sind.

Doch haben wir nun vorerst einen Blick in das Innere zu thun. Wir wählen hiezu die im Wasser lebende Larve einer Federbuschmücke (Chironomus) (Fig. 9), welche, durchsichtig wie Crystall, auch ohne Zergliederung ihre vorborgensten Theile uns sehen läßt. Im Gegensatz zur Pferdemagenfliege (Fig. 1) ist hier das Oben und *Unten*, *besonders* aber das

Vorne und Hinten wohl ausgesprochen, indem ein deutlicher Kopf vorhanden und auch das Schluß- oder Schwanzsegment der ganzen Gliederkette (b) durch seine Krallen wohl charakterisirt ist.

An jenem liegt der Mund, an diesem der After, zwischen welchen, in der Mittelaxe des Körpers, der Darm mit seinen vielfachen Drüsenanhängen sich ausspannt. Indessen entspricht der Mund nicht genau dem Vorderpole des Körpers, sondern ist etwas nach hinten und unten gerückt. Damit ist das Thier, indem es seinem Fraße nachgeht, zugleich gezwungen, sich ausschließlich oder doch vorwiegend auf der zugehörigen Fläche fortzubewegen, die so zur Bauchseite wird.

Zur Ausrüstung des Mundes gehören die starken zahnigen Kiefer (k), welche Hebel die Nahrung ergreifen und zerkleinern müssen, sowie ein Paar kleiner Fühlfäden oder Taster (ta). Während letztere Beiorgane gleichsam nur über den Geschmack des Thieres wachen, sind die übrigen Hilfsorgane des Kopfes, nämlich die Fühler (an) und die Augen (au), Orientirungswerkzeuge in einem allgemeinern Sinne.

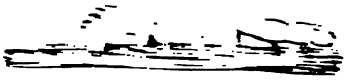
Außer dem Darm gibt es noch zwei Organsysteme, welche bei allen Gliederthieren eine und dieselbe und zwar eine genau bestimmte Lage behaupten, nämlich das Röhrenherz (Rä), welches die Mittellinie des Rückens einnimmt, und das centrale Nervensystem, das in Gestalt einer Kette dem ganzen Bauche entlang sich ausstreckt (BM). Letzteres verdient noch eine genauere Beschreibung. Jeder Stammring, jedes separate Hauptstück des Körpers hat, wie leicht zu erwarten, sein eigenes Nervencentrum, denn wie könnten sonst die einzelnen Hautmuskelschlauch-Segmente von einander ganz unabhängig agiren? Jedes dieser Nervencentren oder Segmentgehirne ist aber selbst wieder ein doppeltes, aus zwei neben einander liegenden Knoten oder Ganglien gebildet. Die Ursache hievon ist leicht zu begreifen. Das Gliederthier ist nämlich bilateral, d. h.

derart gebaut, daß man es durch einen mittleren Längsschnitt, ganz so wie unseren eigenen Körper in zwei einander vollkommen ebenbürtige Hälften theilen kann. Dem entsprechend besitzt also die rechte und linke Seite jedes Gliederthiers ihre eigenen Nervencentra so gut wie z. B. die äußeren Anhänge, die meisten Drüsen und besonders die Geschlechtsorgane und zum Theil sogar deren Mündungen doppelt vorhanden sind. Den Kopf wollen wir uns für die weitere Betrachtung aus zwei Segmenten, aus einem Mund — oder Kiefer — und aus dem eigentlichen Gehirnkopf bestehend denken. Letzterer, als der Träger der wichtigsten Sinnesorgane und als das gemeinsame Haupt aller übrigen Glieder, hat natürlich das größte Ganglienpaar, das man als Gehirn, oder, weil es, wie nicht anders möglich, über dem Schlunde liegt, als oberes Schlundganglion (oG) bezeichnet, und so dem Zwillingsganglion des Kieferkopfes (uG) gegenüberstellt, das, wie alle übrigen unter dem Schlund, beziehungsweise unter dem Darm, also an der Bauchseite gelegen ist. Diese machen in ihrer Vereinigung das sogenannte Bauchmark aus. Letztere aber geschieht durch fadenförmige Stränge und zwar so: Es ist eine doppelte Verbindung da, eine der Länge und eine der Quere nach, wie dies Fig. 8 näher versinnbildlicht.

Demnach läßt sich die Form des Gliederthierbauchmarks am Besten mit einer Strickleiter vergleichen, doch rücken in der Regel die beiderseitigen Längsstränge nahe aneinander, ja verschmelzen nicht selten zu einem einzigen knotigen Nervenbande.

Gibt es einen größeren Abstand als zwischen einem langund kahlleibigen im Wasser sich windenden Ringelwurm und einem Taschenkrebs, der vermittelst seiner Stelzbeine den gedrungenen steinharten Rumpfkörper am Ufer spazieren führt? Und doch sind beides Gliederthiere, und doch zeigt uns die Insekten-Metamorphose, daß aus einem weichen wurmartigen

[illegible] werden kann. Nichts [illegible] einer der vielen [illegible] der [illegible] bewegende [illegible]. Die Borste über- [illegible] und [illegible] auf einer festen [illegible] Fortbewegen. Eine [illegible] bei [illegible] Der [illegible] einen rauhen [illegible] während der Gemeinheit [illegible] Bewegung mit einem [illegible] versehen, [illegible] die Tiere Posto [illegible] wenn es nach Borne [illegible] Kriegen- [illegible] zeichen [illegible] Stütze, [illegible] der Ränder [illegible] bewehrt [illegible] aber [illegible] mittelst [illegible] Stützorgane bei den [illegible]. Dies haben wir es [illegible] Gliedmaßen [illegible] von der Unterlage [illegible] verringern. Die [illegible] gleichzeitig an die [illegible] Würmer, z. B. die Blut- und [illegible] Bei den Ringelwürmern trägt jedes [illegible] solcher bauchständiger Stütz- [illegible] Es sind warzenartige Ausstülpungen der Haut, besetzt mit einem ganzen Bündel jener scharfen



Chitinnadeln (Fig. 11 n) oder Chitinspitzen, die auch bei den Fixirungsorganen anderer Gliederthiere die Hauptsache ausmachen. Diese Nadelbündel können durch eigene kräftige Muskeln hervorgestoßen und auch in ihrem Hautetui gedreht, also zugleich als Hebel benutzt werden. Die Zweckmäßigkeit dieser Höcker tritt am Anschaulichsten bei jenen Ringelwürmern zu Tage, welche in eigenen Röhren und Gallerien leben. Hier werden sie gleichsam als Steigeisen benutzt, wenn sie in ihren Futteralen auf- und abklettern.

Fig. 11. Borstenbündel (n) mit seinem Hautetui (h) und den dasselbe dirigirenden Muskeln (m, m').

Eine schöne Anpassung dieser Bauchhöcker der See-Anneliden liegt bei einer Gruppe von Landringelwürmern (Peripatus) vor. Die betreffenden Hautausstülpungen verlängern sich und zeigen durch ihre regelmäßige Ringfurchung schon den Anfang einer wirklichen Gliederung an. Auch die Borstenbündel sind in Wegfall gekommen, statt deren geht das Ende in einen mehrspitzigen Stachel aus. Kurzum diese merkwürdigen Geschöpfe machen die allgemein beliebte scharfe Unterscheidung zwischen Glieder- und Nichtgliederfüßlern ganz illusorisch, und wir sehen hier wie die Natur auch einem echten Wurm Beine anzüchtet, wenn er an einen Ort geräth, wo er ohne solche nicht gut bestehen kann.

Bei sehr bedeutender Länge und leichter Biegsamkeit des Stammleibes, wie wir sie bei den Ringelwürmern und ihren Doppelgängern auf dem Lande, nämlich den Tausendfüßern beobachten, ist selbstverständlich nur eine Kriechbewegung statthaft, die erst allmählig, indem sich die Bauchgliedmaßen nach und nach vertical auf die Unterlage stellen, in die gehende sich umwandelt. Diese kann aber erst stattfinden und für einen rascheren und leichteren Ortswechsel von Vortheil werden, wenn der Rumpfkörper, theils durch Verminderung seiner

der Vergleich immer unvollkommen. Das wurmartige Gliederthier ist nämlich kein einfaches Fahrzeug, es ist ein ganzer Train, eine lange Kette von solchen, die aber nicht alle gleichzeitig, sondern nach einander in die Bewegung eintreten, jedoch so, daß die Bewegung des letzten Fahrzeuges, des Schlußsegmentes nicht sistirt wird, bis diese sich auf das vorderste fortgepflanzt hat, sondern so, daß mehrere Contractionswellen gleichzeitig über den Stamm hinlaufen, indem, wenn die erste Welle, von hinten her, eine Strecke weit gekommen ist, ihr eine zweite, später eine dritte u. s. w., nachgeschickt wird. Wenn der Leser einmal über Land geht und eine Schnurassel über den Weg gleiten sieht, so nehme er sie doch ja auf die Hand und schaue sich das merkwürdige Spiel ihrer Beine an. Er sieht ein Bild, ganz dem ähnlich, welches uns an jenen Walzen vorgeführt wird, womit die Physiker die Verdichtungs- und Verdünnungswellen zu versinnbildlichen suchen. Während die Schnurassel langsam und sachte über unsere Hand ihre geradlinige Bahn zieht, und der drahtförmige Rumpf ziemlich unbeweglich erscheint, sehen wir durch die beiden langen Reihen ihrer kurzen Beine eine Welle nach der andern hinlaufen, wobei diese kleinen Hebel truppweise sich nähern, wieder auseinanderweichen, und dann an einer andern Stelle von Neuem wieder sich zusammenschließen.

Bei Articulaten mit einfachen Hebelorganen geht also, da diese selbst vom Stamm aus gedreht werden, alle Bewegung von letzterem aus. Anders ist's bei den vollkommen abgegliederten Organen des Ortswechsels, bei den echten Gliedmaßen. Sie sind keine einfachen Hebel mehr, sondern zusammengesetzte, Hebelsysteme. Dem Ursprung und Baue nach erweisen sie sich als seitliche Ausstülpungen des Stammes, als wahre Querstämme, die im Kleinen die Gliederung des *Hauptstammes* wiederholen, und deren einzelne gelenkig mit-

einander verbundene Abschnitte starre mit Muskeln ausgestattete Hautröhren vorstellen.

Doch unterscheiden sich diese Querstämme (Fig. 14) vom Hauptstamm in doppelter Hinsicht. Einmal verjüngen sich ihre Glieder gegen das Ende zu, ja gehen, und dies ist für sie bekanntlich sehr wesentlich, in eine scharfe Spitze (k) aus, und dann sind sie nicht geradlinig, sondern unter verschiedenen Winkeln aneinander gefügt. Das Grundglied, d. h. der im Rumpfe drehbar eingefügte erste Hebel des ganzen Hebelsatzes wird natürlich von dort aus bewegt. Die Bewegung des nächsten oder zweiten aber geht nicht mehr vom Hauptstamm, sondern von der Musculatur des ersten Querstammgliedes aus, und so wird auch jeder der übrigen Hebel vom vorhergehenden bewegt.

Jeder Hebel, bis auf den letzten, ist also ein actives, ein bewegendes, und zugleich ein passives, ein sich bewegen lassendes Werkzeug. Indem aber die Beine ihre eigene Musculatur bekommen, und sich, von der Drehung des Grundgliedes abgesehen, selbst bewegen können, wird begreiflicherweise dem Hauptstamme die Arbeit sehr erleichtert. Er hat seine locomotorische Function größtentheils an die Querstämme abgetreten, welche sie aber selbst wieder auf die einzelnen Glieder vertheilen.

Aber ist dem Leser nicht schon die Analogie dieser Vorgänge mit jenen der Wirbelthiere aufgefallen? hat er nicht schon Vergleiche zwischen dem Bewegungsmechanismus einer Schlange und dem eines mit Beinen versehenen andern Reptils gezogen, ja hat er bei detaillirterer Vergleichung nicht die Beobachtung gemacht, daß z. B. ein Insekten- und ein Säugethierbein ganz nach dem gleichen mechanischen Principe gegliedert ist, wobei er sich gewiß gestehen mußte, daß hier die Anpassung an gleiche Lebensverhältnisse ein wunderbares Werk vollbracht hat. Man werfe nur einen flüchtigen Blick auf

das in Fig. 14 dargestellte Vorderbein eines Hirschkäfers. Hüfte (h), Schenkelring (r), Oberschenkel (o), Unterschenkel (u) und Fuß wiederholen sich, wenn auch in etwas anderer Gestalt genau wie am Wirbelthierbein.

In Bezug auf das Mechanische wollen wir vor der Hand nur eine kurze Vergleichung des Kniegelenkes anstellen.

Fig. 15 A gibt die diesbezügliche Darstellung von einem Wirbel-, B von einem Gliederthierbein, a sei beidemale der Ober- b der Unterschenkel. Bei den Wirbelthieren vereinigen und drehen sich die innerlich liegenden Knochenstäbe mittelst eines Scharniergelenkes, bei den Chitinhäutern ebenso; die als Hebel fungirenden starren Hautröhren sind vermittelst der dünnen Gelenkshaut c trichterartig ineinandergesteckt, eine besondere Gelenkkapsel (B c) daher überflüssig. Die Muskeln sind im Wesentlichen dieselben; sie bilden einen Kreis. Verkürzt sich der obere Theil desselben (d), so wird der Unterschenkel gestreckt, durch Verkürzung des unteren (d^1) gebeugt, eingezogen. Die Gelenkshaut des Gliederthierbeines ist gewissermaßen ein zweiarmiger Hebel, dessen Drehungspunkt (f) in der Mitte liegt. Innere Einstülpungen der Gelenkshaut (B g h) bieten den Muskeln die nöthigen Handhaben oder Sehnen dar.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zu den Gliedmaßen der Wirbelthiere darf aber doch nicht übergegangen werden. Die Hebel der letzteren vervielfachen oder spalten sich gegen das Ende zu. Unser Oberarm besteht aus einem, der Vorderarm aus zwei, die Hand aus fünf nebeneinander liegenden, ganz oder doch fast ganz gleichartigen Parallelstücken oder Radien.

Eine ähnliche Einrichtung widerstrebt nun zwar dem Charakter der Articulaten ganz und gar, indem ja dort alle Glieder in einer einfachen Folge sich aneinanderfügen, um so mehr müssen wir aber die Anpassungsfähigkeit dieses Typus

bewundern, welche trotz alledem unter ganz besondern Umständen eine solche Vervielfältigung der einzähligen Segmentkette zuläßt. Wir denken hiebei speciell an die einer ausgedehnten Bewegungsfläche bedürftigen Schwimmbeine von Apus (Fig. 29 Seite 50), von dessen Beingliedern fingerartige Fortsätze entspringen, die in ihrer Gesammtheit ein prächtiges Ruder abgeben und die Arbeit der breiten flossenartigen Endplatte wesentlich unterstützen mögen. Uebrigens sind ja ähnliche Spaltungen auch von manchen Kiefern sowie von den Fühlern der größern Krebse und gewisser Käfer bekannt, und ist ja speciell der bekannte Fächerfühler des Maikäfers eine ganz analoge Anpassung wie der Apus-Fuß.

Die Tausendfüßler und gewisse Krebse, z. B. die Asseln und Kiemenfüßler berechtigen uns zu der Behauptung, daß bei den Kerbthieren jedes Stammsegment ein Paar Bauchanhänge zu produciren vermag, falls das Bedürfniß dazu vorhanden ist. Wenn wir nun, unsere Betrachtungen auf den Kopf ausdehnend, der seiner Aeußerlichkeit nach nichts weiter als das etwas umgestaltete erste Glied des ganzen Stammes sich zu erkennen gibt, bei den meisten Arthropoden gewahr werden, daß derselbe auf seiner Unter- oder Bauchseite drei Paare von hebelartigen Werkzeugen besitzt, die man ihrer Lage am Munde und ihrer übrigen nicht zu mißdeutenden Beschaffenheit halber für die Kiefer dieser Thiere halten muß, so sieht man sich dahin geführt, entweder anzunehmen, daß das für den Rumpf erprobte Gesetz der gleichmäßigen Gliedmassenvertheilung hier keine Giltigkeit habe, oder daß der Kerbthierschädel, obwohl er als etwas völlig Ungegliedertes und Ganzes erscheint, dennoch eine zusammengesetzte, eine aus mehreren Primitiv- oder Ursegmenten zusammengeschweißte Kapsel sei.

Wir werden uns aber bald überzeugen, daß es gar nicht nöthig ist für den Kopf eine Ausnahme zu machen. Was zunächst den einen Punkt, nämlich die Möglichkeit einer Zu-

sammenziehung, einer Concentration und Vereinigung mehrerer Ursegmente in einen einheitlichen größeren Abschnitt anlangt, so finden wir ja eine solche am Brustkasten der Insekten sehr häufig durchgeführt, ohne daß Jemand daran zweifelt, daß man es hier wirklich mit drei ursprünglich getrennten, als sogenannte Vorder-, Mittel- und Hinterbrust bekannten Rumpfgürteln zu thun hat. (Vergl. Fig. 16 u. 17.)

Fig. 16.
Larve eines Zweiflüglers.
k Kopf-, B Brust-, Hi Hinterleibsabschnitt, den gleichbezeichneten aber zusammengezogenen Ringcomplexen in Fig. 17 entsprechend.

Aber auch die ganze Beschaffenheit der drei Kieferpaare selbst spricht dafür, daß sie, wenn wir so sagen dürfen, nur Kaubeine, d. h. nur zur Nahrungsaufnahme besonders angepaßte Bauchgliedmaßen sind. Die zangenartigen Vorderkiefer (Fig. 18, 19 k_1) haben allerdings wenig Beinartiges, desto mehr aber die Mittel- (k_2) und die Hinterkiefer (k_3), deren zum Betasten der Nahrung bestimmte mehrgliedrige Anhänge (ta_2 ta_3), die sogenannten Freßpalpen, unwillkürlich zu einer Homologisirung[1]) mit den Fußabschnitten der Beine (b_1 — b_3) einladen, die ja gleichfalls eine feine Empfindung haben. Und wenn man etwa einwendet, daß die drei ventralen oder bauchständigen Hebelpaare des Kopfes einander sogar nahe, ja oft scheinbar sogar neben- und nicht hintereinander stehen, so liegt dies nur in ihrer Aufgabe, während des Fressens

[1]) Da man vom Gebrauch der Ausdrücke homolog und analog nicht gut Umgang nehmen kann, sei zu ihrer Erklärung folgendes beigefügt. Homolog sind Gebilde, die aus derselben Anlage hervorgehen. Arme des Menschen, Flügel der Vögel. Analog solche, die vermöge ihrer ursprünglichen Natur oder in Folge einer späteren Anpassung dasselbe oder ähnliches leisten (Flügel der Vögel und Insekten).

sich gegenseitig zu unterstützen und beim Erfassen, Zerkleinern und Niederschlucken einander behilflich zu sein.

Manche Leser würden aber doch zu dieser Theorie ungläubig den Kopf schütteln, wenn wir ihnen nicht anschaulich machen könnten, daß das Arthropodenhaupt unter Umständen ebenso scharf abgegliedert und zertheilt sein könne, wie dies nur irgendwo am Rumpfe der Fall ist.

Fig. 17.
Lucilia hominivorax.

Besehen wir uns einmal den in Fig. 20 von der Bauchfläche abgebildeten Embryo eines Schwimmkäfers.

Die Anlagen der drei Beinpaare (b_3, b_2, b_1) sind schon wohl entwickelt. Zwischen ihnen schimmert das Bauchmark

Fig. 18.
Mundwerkzeuge der Gottesanbeterin (Mantis religiosa).
k_1 Erstes, k_2 zweites, k_3 drittes Kieferpaar = Ober-, Unterkiefer und Unterlippe. la_2 die zum 2., la_3 die zum 3. Kieferpaar gehörigen fühlerartigen Anhänge: die sogenannten Unterkiefer- und Unterlippentaster. ol Oberlippe, m Schlundöffnung, zu Zunge, ke Kehle, an Fühler, Au Augen. (Vergl. Fig. 1).

durch, in jedem der scharf und bestimmt abgesonderten Segmentplatten sein besonderes Ganglion bildend. Rücken wir nun vom ersten Beinpaar weiter nach vorne, also auf den Kopftheil (K) zu, so bemerken wir nun — und der Neuling thut dies nicht ohne Staunen — daß die drei Kieferpaare (k_3, k_2, k_1), die beim erwachsenen Insect sich enge aneinanderschließen, ja von einer einzigen Stelle zu entspringen scheinen, hier in gemessenen Zwischenräumen aufeinanderfolgen und auch in ihrem Aussehen und Ursprung mit den Beinen oder Rumpfgliedern auf das Vollkommenste harmoniren. Ja noch mehr. Der Kopf, beim ausgeschlüpften Insekt ein streng in sich abgeschlossenes Ganzes bildend, ist hier noch eben so deutlich gegliedert und gesondert, wie die Brust oder der Hinterleib (H),

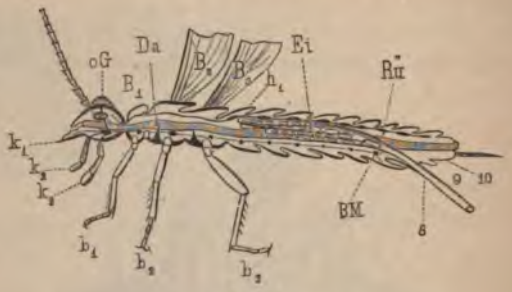


Fig. 19.
Schematische Darstellung des Insektenorganismus.
k_1 — k_3 Kopfbeine oder Kiefer, b_1 — b_3 Brustbeine. B_1 Vorderbrust, (Prothorax), B_2 Mittelbrust (Mesothorax), B_3 Hinterbrust (Metathorax). Letztere zwei mit einem rückenständigen Flügelpaar. Ei Eierstock. 7, 8 Eilegescheide (ovipositor). Rü Herz. D Darm. BM Bauchmark. oG oberes Schlundganglion.

und jedes der drei Kiefersegmente (k_1—k_3) hat auch seinen besondern Markknoten, so daß an der gestaltlichen Ebenbürtigkeit dieser Kopfringe mit den Stammsegmenten nicht weiter mehr gezweifelt werden kann.

Noch deutlicher stellt sich aber die embryonale Kopfsegmentirung an dem schon oben besprochenen Mantis-Fötus

(Fig. 22) dar, wo der Leser die Fühler sowohl als die drei Kieferbeine sofort als Anhänge je eines besonderen Kopfringes erkennen wird.

Ein ähnliches Bild, und das frühere ergänzend, bietet auch die Profilansicht eines Bienenembryo in Fig. 21. Hier ist besonders auf das Bauchmark und seine mit den Kopfsegmenten genau harmonirnde Gliederung zu achten. Der Schlund (sch) bezeichnet die Grenze zwischen ventraler und dorsaler Kopfparthie. Erstere, die drei Kiefersegmente umfassend (k_1 — k_3), wird vom unteren Schlundganglion aus innervirt, das in drei scharf unterschiedene und separirte Knoten zerfällt. Dagegen stellt der Vorder- oder Gehirnkopf mit seinen ventral entspringenden Fühlern und Augen schon von allem Anfang eine einheitliche Bildung dar.

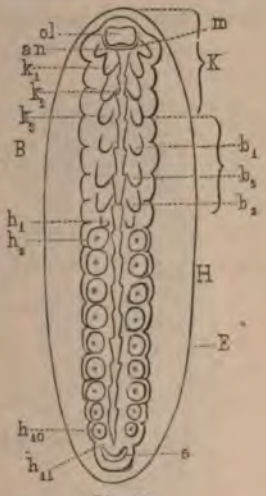


Fig. 20.
Embryo eines Schwimmkäfers.
E Umriß der Eihaut. Die streifenartige Keimanlage schon deutlich segmentirt. K Kopf, ol Oberlippe, m Mund, an Fühler, k_1, k_3 Kiefer, B Brust, b_1, b_3 Beine. Am ersten Hinterleibsring (h_1) Anlage eines weiteren Gliedmaßenpaares. a After.

Wenn wir es als ein Fundamentalgesetz der organischen Welt ansehen, daß alles complicirter Gestaltete aus einfacheren Zuständen sich ableite und in der Entwicklung des Individuums der Reihe nach, wenn auch in gedrängterer und vielfach modificirter Weise, die einzelnen Stadien wiederkehren, die ein bestimmtes Wesen seit seiner Entstehung bis auf den heutigen Tag durchgemacht oder erlebt hat, so kann es wohl einmal Gliederthiere gegeben haben, bei denen, wie am Embryo des Schwimmkäfers, der eigentliche

Kopf, d. h. der den Mund und das Sensorium tragende Körpertheil, weniger Segmente wie bei den heutigen Insekten besaß, oder mit anderen Worten, wo die heute als Kiefer fungirenden Gliedmaßen desselben noch ganz oder doch zum Theil in den Reihen der Beine standen und wirksam waren.

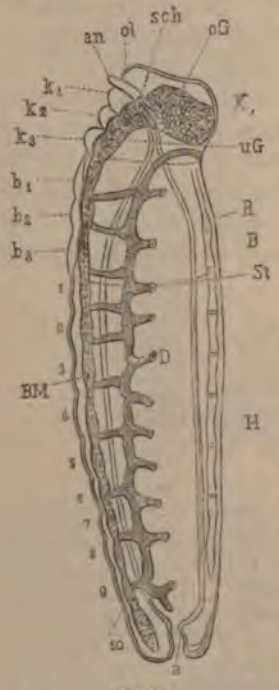


Fig. 21.
Profilansicht eines Bienenembryo. Bezeichnung wie in Fig. 20. BM gegliedertes Bauchmark. D Weiter Mitteldarm. St Luftlöcher mit den davon entspringenden Luftröhren oder Tracheen.

Daß sich aber auch wirklich, Beine als Kiefer, und Kiefer als Beine gebrauchen und verwerthen lassen, und daß überhaupt der Wirkungskreis einer Gliedmaße — solang diese nicht, nach einer bestimmten Richtung sich entwickelnd, einem beschränkteren Zwecke genau angepaßt ist — sehr bedeutend sich ändern, sich vielfach erweitern und wieder verengern kann, für diese Erscheinung, sagen wir, gibt es innerhalb der Gliederthiere, dem Eldorado solcher Extremitätenmetamorphosen, und solcher Gliedmaßenausleihungen, tausende und tausende der lehrreichsten Beispiele, wovon wir dem Leser zur besseren Verdeutlichung der Sache nur eine einzige vorführen. Wir wählen die Organe des Ortswechsels bei den Spinnenthieren. Daß diese, wenigstens die echten oder Webespinnen, nicht drei, wie die Insekten, sondern vier Paar Beine besitzen, das dürfte auch dem Laien bekannt sein, und ist an und für sich auch gar nichts

Merkwürdiges. Uns interessirt aber zu wissen, ob diese zu den Insektenbeinen neuhinzukommenden Locomotionsorgane ein wirkliches Plus bedeuten, oder ob, wie aus anderen Umständen zu vermuthen ist, hier nur eine Anleihe bei den Nachbargliedmaßen vorliege. Was die Entscheidung in diesem Punkte etwas erschwert, ist der Umstand, daß bei diesen Geschöpfen der Kopf (Fig. 24 k) mit dem dem Insektenbrustkorb gleichwerthigen Leibesabschnitt (B), also der Brust, zur sogenannten Kopfbrust (cephalothorax) verschmolzen ist, weßhalb auch von vorne herein keine scharfe Grenze zwischen den Gliedmaßen beider Leibestheile gezogen werden kann. Indessen wird uns eine ganz einfache Betrachtung doch zum gewünschten Ziele führen. Vergleichen wir einmal die Gliedmaßen der in Fig. 23 abgebildeten Käferlarve mit jener unserer Spinne. An der ersteren nehmen wir, von den Fühlern (an) abgesehen, fünf Paare von längeren Anhängen wahr, nämlich am Kopfe die Unterkiefer (k_2) und Unterlippentaster (k_3) und am Brusttheil die bekannten drei Beinpaare (b_1, b_2, b_3).

Fig. 22.
Mantis-Embryo.

Nun, und bei der Spinne? Da sehen wir eine gleiche Zahl von Extremitäten, und es fällt uns, den Insekten gegen-

über, nur auf, daß hier bloß das vorderste Paar (k_2) an Größe beträchtlich zurücksteht, die folgenden vier aber (k_3 bis b_3) unter sich vollkommen harmoniren. Liegt bei diesem Sachverhalt etwas näher, als die Annahme, daß das erste sogenannte Beinpaar der Spinnen (k_3) nichts weiter sei, als das zum Gehen entlehnte zweite Tasterpaar der Insekten (Fig. 23 k_3)? Und so ist es auch, wie uns die in Fig. 25 abgebildete, der Länge nach durchschnittene Spinne erkennen läßt, in der That. Das erste Beinpaar (ta_3) ist der Anlage nach auf die Hinterkiefer oder die sogenannte Unterlippe der Insekten zurückzuführen, an der der kauende oder Ladentheil (l_2), bei den Scorpionen noch als solcher fungirend, abortiv geworden, verkümmert ist.

Fig. 23. Laufkäferlarve.

Noch anschaulicher wird uns dies, wenn wir eine sogenannte Gliederspinne, z. B. eine Solpuga mit in den Kreis unserer Vergleichungen hereinziehen. Bei diesen Geschöpfen, die

Fig. 24. Spinne.

sozusagen zwischen Kerfen und echten Spinnen mitteninne stehen, ist der Kopf (Fig. 26 k) von dem hier deutlich dreigliedrigen Brusttheil (B = b_1, b_2, b_3) scharf abgesondert. Hier kann daher auch kein Zweifel obwalten, daß in der That die beiden bei den Webespinnen als Kiefer gedeuteten Gliedmaßen-

Fig. 25.
Schematisirter Längsschnitt durch eine Webespinne.
Augen au in der Mehrzahl. Antennen ana in Beiswerkzeuge, die sog. Kieferfühler umgewandelt, desgleichen das zweite Tasterpaar ta2 den übrigen Beinen b_1 bis b_3 beigesellt. L Tracheenlunge, dahinter die Mündung der Geschlechtsorgane G. Die Spinndrüsen (sp) gehen in die Spinnwarzen (sp W) über.

paare (k_2, k_3) dem Kopfe zugehören, und bemerkt man ferner, daß hier nicht bloß das hintere (k_3) dieser Kieferpaare, sondern auch das vordere (k_2) einen beinartigen Taster trägt, wobei die zugehörige Kaulade (h) ihren ursprünglichen Charakter völlig aufgegeben und dafür die Rolle des Hüftstückes übernommen hat.

Ueber die oft ganz willkürliche Gruppirung der Arthropoden-Ursegmente müssen wir noch ein Beispiel bringen. Fast alle Insekten nehmen in die Bildung ihres Brustgebäudes drei Ringe der vorausgehenden Larvensegmentkette auf. Viele Hautflügler aber thun, um ihre Brust zu kräftigen, noch einen Ring des Hinterleibes dazu, während umgekehrt die in kleinen Blockhäuschen lebenden *Larven gewisser* Netzflügler ihren

Vorderbrustring sammt den kieferartigen Anhängen dem Kopf zur Verfügung stellen.

Unsere Orientirung über die wichtigsten Organisationsverhältnisse der Gliederthiere würde ohne Berücksichtigung ihrer Athmungswerkzeuge höchst mangelhaft erscheinen, um so mehr als diese Organe bei den Articulaten einerseits mit der Mechanik des Ortswechsels in naher Beziehung stehen, und andererseits gerade an ihnen die Anpassung an das Luft- und Wasserleben die mannigfaltigsten Erscheinungen hervorruft. Letzterer Umstand legt es uns auch nahe, unsere Betrachtung auf die verschiedenen Modalitäten der Respiration im gesammten Thierreich auszudehnen.

Gleichwie jedes Elementargebilde, jede Zelle des thierischen Körpers vermittelst ihrer Grenzschichte, ihrer Haut athmet, indem sie nebst den flüssigen Verbrennungsprodukten auch Kohlensäure in das umspülende Blut absondert und aus letzterem außer dem nöthigen plastischen Material auch den Sauerstoff an sich zieht, ebenso wird bei vielen höhern und bei fast allen niedrigen Thieren die Grenzschichte des Gesammtleibes, also die allgemeine Körperhaut als respirirende Membran benutzt. Es ist aber leicht einzusehen, daß mit der inneren Differencirung der Organe und mit der damit Hand in Hand gehenden Flächenvergrößerung der respirirenden Zellhäute schließlich die einfache Körperhülle allein ihrer Aufgabe nicht mehr gewachsen ist, besonders wenn man bedenkt, daß ja mit der Steigerung aller Lebensverrichtungen auch der Stoffumsatz ein größerer wird. Die Hautathmung muß aber offenbar auf ein Mini-

Fig. 26.
Solpuga, Gliederspinne von der Bauchseite.
Beide Tasterpaare ta2, ta3 beinartig. Hinterbeine b3 mit beilartigen Platten besetzt.

mum reducirt oder ganz unmöglich werden, wenn die Leibeshülle, wie das für die Luftbewohner in der Natur ihres Mediums liegt, und auch bei vielen Wassergeschöpfen behufs einer besseren Beschirmung des innern Weichkörpers stattfindet, eine derbere Beschaffenheit annimmt. Oder wie, werden wir fragen, soll der Seeigel durch seine Knochenschale, wie die Krabbe, die Schildkröte durch ihren Panzer athmen? In diesem Falle müssen also besondere Einrichtungen getroffen, müssen separate Organe für die Athmung geschaffen werden.

Diese Athmungsorgane können aber offenbar nichts Anderes als modificirte, als der Respiration angepaßte Theile der Haut selbst sein. Und so ist es auch. So unendlich mannigfaltig sie sich auch hinsichtlich der Form und Lage verhalten mögen, so geben sie sich doch sammt und sonders als zartwandige Aus- oder Einstülpungen der Leibeshülle zu erkennen.

Nun nehme der Leser das Schema in Fig. 27 zur Hand, wo er die wichtigsten Grundformen aller Athmungsorgane beisammen findet. Die durch Ausstülpung oder Aussackung der Haut gebildeten sind als Kiemen (k) bekannt und aus begreiflichen Gründen, weil sie nämlich an der Luft bald eintrocknen würden, nur zur Wasserathmung zu gebrauchen, hiezu aber bei Wirbel- und wirbellosen Thieren am häufigsten angewendet. Ihre Flächenvergrößerung ist fast unbeschränkt, da die falten-, taschen- oder fadenförmigen primären Ausstülpungen durch Bildung secundärer, tertiärer u. s. w. Duplicaturen sich beliebig vervielfältigen können. Der relativ geringe Gehalt des Wassers an freiem Sauerstoff erfordert aber eine beständige Erneuerung resp. Bewegung des Mediums, die, falls es hiezu an separaten Ortswechselorganen mangelt, von den Kiemen selbst besorgt werden muß. So können sie also, mit dem nöthigen Muskelapparat versehen, die vorgenannten Gliedmassen ersetzen *und diese Doppelfunction* erklärt denn auch

ihre weite Verbreitung und zwar selbst bei solchen Thieren, die ihren Luftbedarf auf andere Weise schöpfen könnten. Das wahre Negativ zu den äußeren Wasserathmungsorganen sind die in Gestalt von Röhren in das Leibesinnere eindringenden „Wassergefäße" (w) der Würmer und Stachelhäuter. Bei

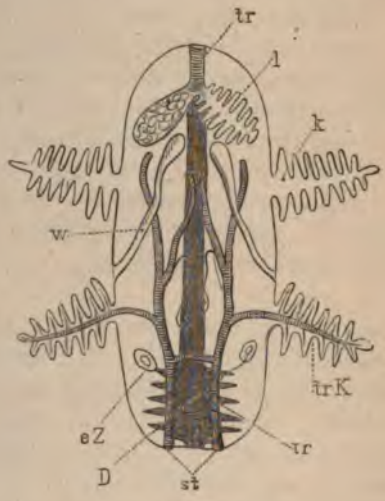


Fig. 27.

Schema der verschiedenartigen Anpassungen der Haut zum Zwecke der Athmung. l Lungensäcke, rechts gefaltet, links von compactem zelligen Bau mit der Trachea tr. W Wassergefäße, tr Luftröhren mit ihren zellartigen Endigungen eZ, k Kiemen, trK Tracheenkiemen, D Darmkiemen.

ersteren geschieht der unerläßliche Wasserwechsel durch die flimmernden Wandungen, bei den letzteren durch die Pumpbewegungen eigener Blasen und Gefäße, wir möchten sagen durch eigene Wasserherzen.

Da auch die beiden Endstücke des Darmes Einstülpungen der Leibeshülle sind, so ergibt sich ihre Respirationsfähigkeit

von selbst. Und in der That sehen wir sowohl den Mund-, als auch den Afterdarm (D) mit dieser Function betraut. Ersteres z. B. bei den Tunikaten, deren Munddarm gewissermassen nur ein sackartiges Muschel-Kiemengitter ist, Letzteres, um an das Nächste zu denken, bei gewissen Libellenlarven, deren Enddarmwandung gleich einer Flußkrebskieme blätterig gefaltet ist.

Die Organe für die Luftathmung können, wie schon bemerkt, nur durch Einsackungen der Haut gewonnen werden und erscheinen entweder gleichsam als Luft führende „Wassergefäße", als sog. Tracheen (tr), deren an besonderen Hautöffnungen oder Stigmen beginnende elastische Hauptstämme nach innen sich baumartig verästeln, oder als innere Kiemen, als sog. Lungen (l), d. h. als einfache oder gefächerte Säcke, wie wir sie bei den Lungenschnecken neben oder bei den Wirbelthieren in der Mund-, beziehungsweise Rachen- und Nasenhöhle sich öffnend antreffen. Die rhythmische Füllung und Entleerung dieser Lufträume geschieht beidemale durch geeignete Bewegungen der Haut-, resp. der Rippen- und Zwergfellmusculatur.

Fig. 28.
Querschnitt eines Kiemenwurmes.
Kie rückenständige Kiemen, BH Bauchhöcker. D Darm. Rü dorsaler, Bau ventraler Blutgefäßstamm. DG Darmgefäß. Kie A Kiemenarterien. Kv Kiemenvene.

Sowie die Athmungsorgane in unzertrennlicher Beziehung zur Beschaffenheit der Haut stehen, so ist selbstverständlich die Blutvertheilung wieder von jenen abhängig. Bei auf einen bestimmten Körpertheil beschränkter, bei sog. localisirter Respiration muß begreiflicherweise das Blut die betreffenden Organe aufsuchen, wozu eine eigene Blutleitung nöthig wird. So

an den Lungen und den gewissen Kiemenanhängen. Wo aber, wie bei der Tracheenathmung, die Luft im ganzen Körper herumgeführt, ja selbst bis zu den letzten Elementartheilen hingeleitet wird, dort erfällt wenigstens der Athmungskreislauf. Kann doch hier von einem Unterschied zwischen venösem oder mit Kohlensäure überladenem und arteriellem oder sauerstoffreichem Blute eigentlich gar nicht gesprochen werden.

Damit es aber ja nicht an einem Bindegliede fehle, das die Athmungsorgane von Luft- und Wasserbewohnern vereinigt,

Fig. 21.

Querschnitt eines Stammes von Aphis.
Die Kiemen: k in ihrer natürlichen Stellung, der Bauchgliedmaßen, b Hülle, Darm, a Arterienstamm, d Blut, r Rücken- und Bauchgefäß.

beobachten wir bei manchen der letzteren nämlich bei gewissen Insectenlarven eine förmliche Vereinigung von Kiemen und Tracheen, die sog. Tracheenkiemen (Fig. 21). Der Athmungsvorgang ist hier der, daß das Tracheennetz, da eigene Luftlöcher fehlen, nur auf dem Umwege durch die Kiemen seinen Inhalt ausmachen.

Ueber die Athmung der Gliederthiere können wir uns jetzt kurz fassen. Die Ringelwürmer und Krebse respiriren mit Kiemen, die übrigen, die luftatmenden Arthropoden, Spinnen, Tausendfüßler und Insecten, thun dies durch Tracheen. Diese, die sog. Tracheen, lassen wir aber vorläufig ganz aus dem Spiel und nehmen zunächst nur den Kiemen der Articulaten

ein Paar Worte, und zwar vornehmlich nur insoweit, als sie ihren ganzen Habitus beeinflussen.

Ringelwürmer und Krebse zeigen da einen auffallenden Gegensatz. Bei ersteren entspringen sie meist vom Rücken (Fig. 2 und 28 kie), bei letzteren von der Bauchseite (Fig. 29 kie).

Geradezu Legion ist die Zahl der verschiedenartigen Modificationen der Krusterkiemen. Bald als selbständige Bauchgliedmaßen über eine große Zahl von Ringen verbreitet, ja z. Th. aus einer Umwandlung der normalen Ventralanhänge hervorgegangen, beschränken sie sich anderemale, z. B. den Asseln (Fig. 30 ki) auf die letzten Leibessegmente, oder lassen sich, um das eigene Rudern zu ersparen, von den Beinen in das Schlepptau nehmen (Kiemenfüße Fig. 29). Bei den höchststehenden Krustern, Fluß-, Taschen-Krebs z. B. associiren sie sich den zehn großen Vorderbeinen, werden aber, ähnlich wie bei den Fischen, von einer deckel- oder kapselartigen Ausstülpung des Rückenschildes derart überwölbt und verschanzt, daß man sie für gewöhnlich gar nicht zu sehen kriegt.

Fig. 30.
Schachtassel. Kiemen an den letzten Ringen, von einem Deckel geschützt.

Wenn aber die ständigen Wasserarthropoden, wir meinen die Krebse, mit Kiemen und die Landgliederfüßler, also die Insekten mit ihrem Anhang, durch Tracheen athmen, wie können letztere aus den erstern hervorgegangen sein?

Bei den Wirbelthieren, wo ein analoger Wechsel der Ath-

mungsorgane vorliegt, ist die Sache einfach. Während z. B. die Kaulquappe, der werdende Frosch, solang er ausschließlich dem Wasser angehört, mit Kiemen respirirt, werden bereits die Athmungsorgane für den späteren Luftaufenthalt, nämlich die Lungen vorbereitet.

Bei jenen merkwürdigen Krebsen dagegen, die zeitweise ihrem flüssigen Elemente ungetreu werdend, oft längere Landausflüge unternehmen, sowie bei unseren Kellerasseln, die schon längst auf dem Lande eingebürgert sind, verhält es sich ganz anders. Sie athmen, wie alle andern Kruster mit Kiemen, und zwar entweder so, daß sie gleich den fliegenden Fischen, in ihrer geräumigen und hermetisch verschließbaren Kiemenhöhle eine Portion Wasser als Reisezehrung mit auf's Trockne nehmen, oder indem, wie solches bei den Kellerasseln geschieht, die gleichfalls durch einen Deckel geschützten Kiemen geradezu wie äußere Lungen benützt werden.

Ebensogut wissen sich jene Insecten zu helfen, die als Larven im Wasser leben und erst später an die Luft gehen. Sie haben Tracheenkiemen, d. h. sie füllen, solange sie unter Wasser sind, ihr Luftröhrennetz vermittelst der Kiemen, werfen dann beim Uebergange in's neue Medium die letzteren ab, und es thun sich nun jene seitlichen Oeffnungen auf, durch welche die Luft direct in's Innere gelangt.

Aber woher sind die Tracheen der Insekten, wenn ihre supponirten Vorgänger, die Krebse, nichts dergleichen besitzen? Sind die Tracheaten bereits mit fertigen Tracheen an's Land gekommen? Es ist sehr unwahrscheinlich; denn wenn solche geschlossene Tracheennetze für Wasserthiere von Vortheil wären, warum finden sie sich nicht auch bei Krebsen und bei Ringelwürmern wieder? Die ersten Landgliederfüßler müssen also wohl, gleich den Kellerasseln, ausschließlich Kiemenathmer gewesen sein und die Tracheen als Ersatz für diese erst später erworben haben. Wenn dem aber so ist, dann sind aber offenbar alle Kerfe, welche

gegenwärtig im Wasser leben, nicht von jeher dort gewesen, sondern erst später, nachdem sie früher auf dem Lande die Tracheen bekommen hatten, in dasselbe wieder zurückgewandert.

III. Kapitel.

Kennzeichnung der einzelnen Gliederthierklassen. Uebergang zu den Insekten. Unkenntniß ihrer Abstammung.

Wir wären mit dem Leser gerne einen Pfad gewandelt, der uns, sei es nun in gerader Richtung oder auf mannigfachen Umwegen, von den einfachsten, noch ganz indifferenten Gliederthieren zu den vollkommensten, den Insekten, hinübergeleitet hätte. Einen solchen Weg aber kennt man nicht. Damit er dies einsehe, zugleich aber auch der Organismus der Kerfe in seiner ganzen Eigenart sich klar vor Augen stelle, müssen wir ihn aber ganz flüchtig mit dem Wesen der einzelnen stammverwandten Classen vertraut machen.

Um mit den Ringelwürmern zu beginnen, so lassen nur die Rückenkiemer (Fig. 2) eine nähere Vergleichung mit den Gliederfüßlern zu. Es ist an ihnen ein deutliches Haupt und ein langer gleichmäßig abgegliederter Rumpf vorhanden. Ersteres ist in Gehirn- und Mundkopf abgetheilt. Jener trägt die bald einfachen, bald sehr complicirt gebauten Augen und mehrere z. Th. gegliederte Fühlorgane. Das Mundsegment läßt den mit ungegliederten Kieferhaken bewehrten Schlundkopf hervor treten. Diese Annelidenkiefer haben aber mit den Mundgliedmaßen der Arthropoden nur die Function gemein. Der einförmige Rumpf, oft von außerordentlicher Länge, setzt sich aus einer großen, aber äußerst variabeln Zahl meist völlig

gleichartiger Ringe zusammen. Die meist kamm- oder blattartigen Kiemen, welche vom deren Rückenseite entspringen, stehen, in zwei Reihen geordnet, meist den ganzen Stamm entlang. Die große Länge des letzteren, sowie die innere Kammerung verlangt nothwendig eine vollkommene Blutleitung und eine mehrfache Wiederholung der Excretions- und Generationsorgane, eine Einrichtung, die im Arthropodenreich nicht Ihresgleichen hat. Eigentliche Verschmelzungen einzelner Ringgruppen gibt es dagegen nirgends. Die Homonomität, der Warmtypus bleibt aufrecht erhalten.

Um nun auf die Krebse zu kommen, so denkt man unwillkürlich an Göthe's: „Das Einzelne kann nie Muster des Ganzen sein". Man nehme nur eine Assel (Fig. 30) und stelle daneben einen Fluß- oder gar einen Taschenkrebs. Es gibt in der That keine Thiergruppe, die sich in solchen Extremen bewegt, die eine solche unerschöpfliche Fülle von scheinbar grundverschiedenen Gestalten aufweist.

Aber wie weiß man, daß diese dennoch zusammengehören? Hier hat die Wissenschaft der vergleichenden Anatomie, besonders aber die der Entwicklungsgeschichte ihren Triumph gefeiert. Erstere läßt uns in einer fast ununterbrochenen Stufenleiter von den niedersten zu den höchsten Krustern emporsteigen, und letztere lehrt uns den Zusammenhang zwischen jenen ganz absonderlichen Crustaceen, mit denen die bloße Vergleichung Nichts anzufangen weiß, ja die man seinerzeit selbst für Würmer und Schalthiere ausgab. Das müssen wir näher erläutern. Wir haben schon Eingangs einen ungegliederten Krebs, den sog. Nauplius (Fig. 32) kennen gelernt, der außer einem Antennenpaar noch zwei Paare von großen Ruderbeinen trägt.

Manche Kruster behalten diese oder doch eine sehr ähnliche Gestalt zeitlebens. Nun besehe sich der Leser das beistehend (Fig. 31) abgebildete, sackförmige Thier, das an den Kiemen gewisser Taschenkrebse schmarotzt, indem es mit den wurzelartigen Röhren, die kranzförmig von einem

gegenwärtig im Wasser leben, nicht von jeher dort gewesen, sondern erst später, nachdem sie früher auf dem Lande die Tracheen bekommen hatten, in dasselbe wieder zurückgewandert.

III. Kapitel.

Kennzeichnung der einzelnen Gliederthierklassen. Uebergang zu den Insekten. Unkenntniß ihrer Abstammung.

Wir wären mit dem Leser gerne einen Pfad gewandelt, der uns, sei es nun in gerader Richtung oder auf mannigfachen Umwegen, von den einfachsten, noch ganz indifferenten Gliederthieren zu den vollkommensten, den Insekten, hinübergeleitet hätte. Einen solchen Weg aber kennt man nicht. Damit er dies einsehe, zugleich aber auch der Organismus der Kerfe in seiner ganzen Eigenart sich klar vor Augen stelle, müssen wir ihn aber ganz flüchtig mit dem Wesen der einzelnen stammverwandten Classen vertraut machen.

Um mit den Ringelwürmern zu beginnen, so lassen nur die Rückenkiemer (Fig. 2) eine nähere Vergleichung mit den Gliederfüßlern zu. Es ist an ihnen ein deutliches Haupt und ein langer gleichmäßig abgegliederter Rumpf vorhanden. Ersteres ist in Gehirn- und Mundkopf abgetheilt. Jener trägt die bald einfachen, bald sehr complicirt gebauten Augen und mehrere z. Th. gegliederte Fühlorgane. Das Mundsegment läßt den mit ungegliederten Kieferhaken bewehrten Schlundkopf hervor treten. Diese Annelidenkiefer haben aber mit den Mundgliedmaßen der Arthropoden nur die Function gemein. Der einförmige Rumpf, oft von außerordentlicher Länge, setzt sich aus einer großen, aber äußerst variabeln Zahl meist völlig

bloß die Fühler. Deren sind nämlich fast stets zwei Paare (Fig. 33 an_1, an_2), wovon aber das hintere häufig zum Rudern dient. Eigentliche Mundgliedmassen oder Kiefer sind, wie bei den Tracheaten, gewöhnlich 3 Paare, nämlich die Oberkiefer (k_1) und zwei Maxillenpaare (k_2 k_3). Hier tragen aber auch die ersteren Nebenorgane oder Taster.

Wenn wir uns im Weiteren zunächst an die Kellerassel halten, wo der Stammkörper ähnlich wie bei Insektenlarven gegliedert ist, so folgen dem scharf abgesonderten Kopf nicht weniger als 7 fußtragende Ringe, während die letzten mit Kiemen versehen sind. Diese große Zahl der Rumpfextremitäten, die aber nie, wie bei den Tausendfüßlern, alle Ringe gleichmäßig auszeichnen, liefert ein weiteres Klassenmerkmal. Noch mehr aber die Verschiedenartigkeit und Wandelbarkeit dieser Gliedmassen selbst bei einem und demselben Thier. Hier gibt der Flußkrebs ein gutes Beispiel ab. Die ersten drei den Kiefern folgenden Extremitätenpaare (kf_1 — kf_3), welche man den Brustbeinen der Insekten zu vergleichen pflegt (Fig. 35), sind ein merkwürdiges Mittelding zwischen Fuß und Kiefer, wir könnten sagen Handlanger für die letzteren: Kieferfüße oder besser Kieferhände. Der Uebergang in die echten Beine, d. h. in die Hebelorgane des Ortswechsels ist auch ganz allmälig. Von letzteren sind hier wie überhaupt bei den Zehnfüßern 5 Paare. Sie stehen am Hinterrumpf, dem sich dann noch ein schlankerer Stammtheil, der

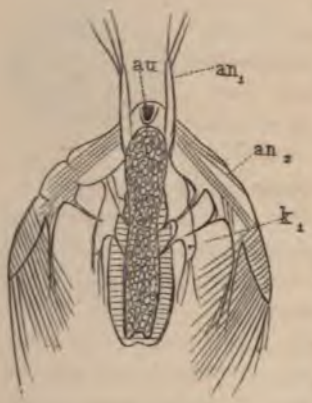


Fig. 32.

Ende desselben entspringen, seinem geduldigen Wirthe das Blut abzapft. Es ist dies ein wahrhaftiger Krebs, oder sagen wir lieber, vor Zeiten ein Krebs gewesen, und in seiner Jugend, die jene vergangene Epoche wiederspiegelt, auch jetzt noch einer. Hier tritt er nämlich als freilebendes Geschöpf und zwar im Kostüm des erwähnten Nauplius auf.

Dies ist also ein wahrhaft tragisches Exempel einer sog. rückschreitenden Entwicklung, einer retrograden Metamorphose, herbeigeführt durch die Verkümmerung der für den selbständigen Nahrungserwerb bestimmten Hilfswerkzeuge in Folge des Schmarotzerthums. Das Thier wird zum bloßen Magen, die Orientirungsorgane, Augen und Fühler, werden überflüssig, und aus den Werkzeugen des Ortswechsels, wenn sie nicht ganz verschwinden, Klammerhaken und Saugorgane.

Fig. 31.
Ein auf einem Taschenkrebs schmarotzender Kruster (Sacculina carcini). Statt des Mundes hat er einen Kranz wurzelartiger Röhren, die gleich Pilzfäden in den Leib seines Wirthes eindringen und ihn aussaugen.

Aber nicht diese Krebse allein, fast sämmtliche Kruster fangen ihr selbständiges Leben als Nauplituslarve an, oder wenn nicht d. h. wenn sie sich von diesem Urzustand schon zu weit entfernt haben und ihre freie Existenz für die Ausbildung der später erworbenen Organisation benöthigen, so kommt es, gelegentlich wenigstens, noch im Ei zum Vorschein.

Eine allgemein zutreffende Charakteristik der fertigen Krebse ist nun offenbar, wie das Vorausgehende lehrt, platterdings unmöglich. Denn, wenn ein Thier, wie unser Sackkrebs alle wesentlichen Merkmale eines Krebses, ja sogar die der Gliederthiere überhaupt ablegt, was soll sich weiter von ihm sagen lassen? Unsere Krusterdiagnose kann sich also nur auf die typischen Krebse beziehen. Das Bezeichnendste sind wohl ihre Anhänge, die Gliedmassen. Einige Beständigkeit haben aber

langen überaus schmalen und schlangenartig sich windenden Erdasseln (Geophilus) mit ihren oft über Hundert zählenden völlig gleichartigen Leibesringen nicht in der That diesen Namen? Doch haben sie alle ein wahres Arthropoden- oder richtiger Kerfhaupt mit einem einzigen Fühlerpaar und drei Paaren von Kiefern, wovon die oberen zum Unterschied von den Krebsen stets tasterlos bleiben.

Weniger Aufhebens wollen wir von ihren zahlreichen Beinen machen, da wir schon sahen, daß aus den Bauchhöckern von Peripatus mit der Zeit auch etwas dergleichen werden könnte. Trotz der Formenarmuth dieses kleinen Tracheatenzweiges hat sich aber noch eine zweite Aehnlichkeit herausgebildet und zwar bei den sog. Doppelfüßlern. Es sind dies höchst sonderbare Wesen. Der Leib der einen, der Schnurasseln, gleicht einer steinerne Spiralfeder. Die Kette ihrer schuppenartig übereinandergreifenden und durch Verkalkung ganz spröde gewordenen Ringe läßt sich spiralförmig einrollen, was den sonst wehrlosen Geschöpfen nebst ihren berüchtigten, reihenweise über den Stamm vertheilten Stinkdrüsen sehr zum Heile ist. Bei einer zweiten Gruppe, den sog. Rollasseln, ist der Leib ganz kurz, nur 12—13 gliedrig, und besteht jeder Ring aus einer breiten, gewölbten nnd gleichfalls verkalkten Rückenschiene und einer ganz weichen, gelenkhautartigen Bauchmembran. Diesen macht es also nur Spaß, sich nach Art der Igel zu einer Kugel zusammenzurollen. Nun gibt es aber, wie wir bereits wissen, Krebse, unter Andern die Kellerassel, den Armadillo u. s. f., die auf den ersten Blick oft kaum der Fachmann von den Landkugelasseln unterscheiden kann, wenn er nicht an ihrem 2. Fühlerpaar und den endständigen Kiemenplatten ihnen den Krebs anmerkt.

Das Interessante an der Sache ist aber, daß sowohl die den Ringelwurm copirenden scolopenderartigen Vielfüßler, als diese auf die Nachäffung der Krebse ausgehenden Kugelasseln, ihrer ganzen innern Organisation nach fast Punct für Punct

sog. Schwanz anschließt, welcher natürlich bei Wasserthieren, als Ruder nämlich, vollkommen an seinem Platze ist. Ein solcher Ruderschwanz, gleichsam ein unverändertes Stück Wurmleib, ist übrigens ein weit verbreitetes Attribut der Kruster und bei den sog. Langschwänzen mit Stummelbeinen und einer breiten Flosse, sonst gewöhnlich mit einer langen Gabel oder Furca versehen.

Während bei den Krebsen die völlig gleichartige Leibesgliederung mehr zur Ausnahme gehört und vollkommen über-

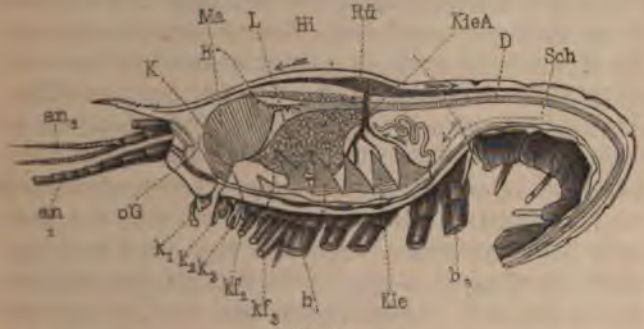


Fig. 33.
Etwas schematisirter Längsschnitt eines langschwänzigen Krebses.
an₁ inneres, an₂ äußeres Fühlerpaar. Die Bauchgliedmassen bilden eine Reihe stufenweise von Kiefern (k₁ — k₃) in Kieferfüße (kf₁ — kf₃) und Beine (b₁ — b₅) übergehender Anhänge. K Kopf, B Brust, Hi Hinterleib, Sch Schwanz, oG oberes Schlundganglion, Ma Magen. D Darm, Rü sackförmiges Rückenherz. Kie A die das Blut von den bauchständigen Kiemen (Kie) zum Herzen zurückführenden Arterien.

haupt nie durchgeführt ist, dagegen aber vielfache Zusammenfassungen größerer Ringcomplexe an der Tagesordnung sind, ja bei den Taschenkrebsen bis auf das niedliche Schwänzchen der gesammte Leib zu einer steinernen Kapsel sich zusammenschließt, glauben wir uns mit den Tausendfüßlern oder Myriopoden, die als Landthiere und Tracheenathmer doch einer verhältnißmäßig jüngeren Zeit angehören, plötzlich wieder zu den Ringelwürmern zurückversetzt. Oder verdienen die oft halbschuh

(Phalangiden*), ähnlich wie bei den Milben, auch der Hinterleib aufgeht, erinnert ganz an die höheren Panzerkrebse. Das meiste Krusterthum tragen aber doch die höheren Gliederspinnen, die Scorpionen (Fig. 34) zur Schau. Die verschmolzene Kopfbrust, die massiven Scheerentaster, vor Allem der berüchtigte Schwanz gemahnen an Krebseinrichtungen, und nicht minder stehen sie durch ihr hoch entwickeltes Circulationssystem unter den Luftarthropoden ganz vereinzelt da. Indeß auch diese Anklänge der Spinnen theils an Insekten theils an Kruster können, da sie gerade an den vollendetsten, an den höchsten Gliedern der Klasse zum Vorschein kommen, nur Analogieen, nur Anpassungen sein. —

Die einzig reelle Frucht aus den bisherigen Erörterungen ist wohl die erlangte Einsicht in den allmäligen aber im Ganzen sehr verschiedenartigen Fortschritt der Gliederthierorganisation, hervorgerufen durch die Anpassung der ursprünglich indifferenten Körpertheile an neue Lebensbedingungen. Am Anschaulichsten stellt sich dies am Stamme selbst dar. Bei den Ringelwürmern, Tausendfüßlern und manchen Krebsen zeigt er sich in lauter gleiche und gleichwirkende (homodyname) Abschnitte zerlegt, und auch ihre Anhänge theilen sich nur in eine und dieselbe Arbeit. Dann treten allerlei Anpassungen bei den letztern auf. Die einen Gliedmassen geben sich mit dem Zerkleinern, mit dem Herbeischaffen, Ergreifen und Halten der Nahrung ab, während andere sich nach und nach zu Geh-, Schwimm- und Flugorganen, ja selbst zu Hilfswerkzeugen der Begattung, der Brutpflege u. s. f. qualificiren. Die ungleiche Größen- und Kraftentfaltung der Gliedmassen [illegible] rlich auch wieder auf die betreffenden

[illegible] olich gesuchten Speicheldrüsen der Webespinnen [illegible] Entdeckung auf einer winzigen Siebplatte der [illegible] bestehen aus einer größern Anzahl an letzterer [illegible] einzelliger, flaschenförmiger Schläuche.

Stammtheile zurück. Die einen müssen sich verstärken und enger zusammenrücken, während andere in der ursprünglichen Einfachheit und Gleichgültigkeit verharren können.

Wie begreiflich läßt sich aber aus der primären Stammgliederkette unendlich Vieles machen, es sind unzählige Combinationen von verschiedenen Ringgruppirungen möglich, und viele davon auch in der That schon in's Werk gesetzt. Es muß aber darunter auch eine Kombination geben, die nicht bloß relativ, sondern die absolut die beste, die günstigste ist, d. h. eine solche, bei der unter Aufwendung der relativ geringsten

Fig. 34.
Etwas schematisch gehaltener Längsschnitt eines Scorpions.
ta₂ Scherentaster der Unterkiefer, jene der Unterlippe (ta₃) den Beinen (b₁ — b₅) beigezogen. au die kleinen einfachen Augen. Rü Rückenherz mit reifartigen Seitenästen in den einzelnen Ringen. lu Tracheenlungen. D Darm.

Mittel und Kräfte dennoch das vielseitigste und energischeste Leben möglich ist. Und sollte die Natur bei den Gliederthieren dieses Problem noch nicht gelöst haben, das ihr bekanntlich bei den Wirbelthieren, wie wir uns schmeicheln, an uns selbst gelungen ist, sollte sie nach der Durchprobirung der verschiedensten Systeme, wie wir sie bei den Krebsen und Spinnen sehen, nicht endlich an das Richtige gerathen sein, und wenn dies, welche Arthropoden dürfen sich schmeicheln, die Krone, das Ideal der Gliederthierwelt zu sein? Wenn die Größe, die Festigkeit und Solidität des Aeußern, die große Zahl und Stärke der Hilfsorgane, sowie eine gewisse Exactheit des innern Baues den Ausschlag gäbe, müßte man jedenfalls den

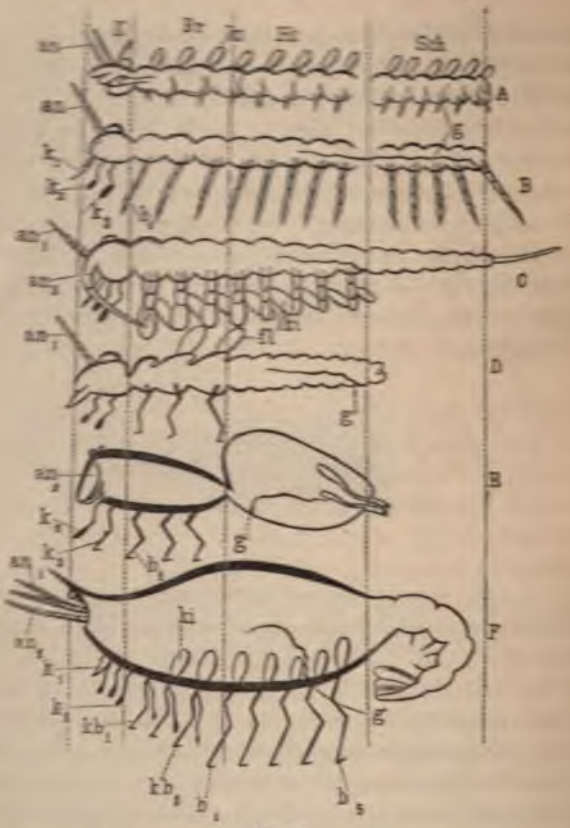


Fig. 35.
Schematische Zusammenstellung der äußeren Gestaltungsverhältnisse einiger Gliederthiertypen. g Geschlechtsöffnung.

A Ringelwurm. B Tausendfuß. C Ein Kiemenfuß. Der ziemlich gleichmäßig abgegliederte Rumpf verjüngt sich zu einem anhangslosen Schwanzabschnitt (Sch). Von den lappenartigen Rumpfbeinen jedes mit einer blattförmigen Kieme (ki). Fühler zwei Paare, das hintere hakenförmig. D Insekt. Rumpfgliederzahl bestimmt und beschränkt. Kopf (K), Brust (b) und Hinterleib (Hi) gesondert, Kiefer und Beine (b_1 — b_5) je zu drei Paaren (k_1 — k_3). Der 2. und 3. Brustring mit einem Paar rückständiger Flügel (fl). E Webespinne. Kopf und Brust des Insekts hier zur Kopfbrust vereinigt. Hinterfühler (an_2) als Kiefer, Hinterfaster (k_3) als Beine verwendet. Hinterleib ungegliedert, weich. F Langschwänziger Krebs. Kopf, Brust und Hinterleib in Eins verschmolzen.

riesigen Langschwänzen, den Hummern und ihren kolossalen Vettern in fremden Meeren den Preis zuerkennen. Aber sie sind und bleiben ja doch steife, ungelenke Gesellen und der Mangel eines separirten Kopfes ist doch gewiß ein entschiedenes Gebrechen, womit wir natürlich nicht sagen wollen, daß gerade diese Thiere mit einem freien Haupte besser daran wären. Unter den bisher besprochenen Landarthropoden könnte man nun an die Scorpione denken. Aber hier haben wir das Gleiche auszustellen und der Giftstachel ist wahrhaftig kein Ersatz für ihre äußerst unbehilfliche, rutschende Bewegung. Aber die Solpuga? Doch wie könnte das Pseudo-Insekt dem wahren den Vorrang ablaufen? Hier haben wir aber auch alle Tugenden vereinigt, die man vom vollendetsten Gliederthier verlangen kann und am Kerforganismus hat die fortschreitende Gliederthierentwicklung in der That ihren definitiven Abschluß gefunden.

Fig. 36.
Hautflügler (Trigonopsis abdominalis).

Man betrachte den Hautflügler in Fig. 36. Das hier befolgte Organisationsprincip ist die scharfe Dreitheilung des Körpers, begleitet von einer entsprechenden Theilung der Functionen. Voran steht der Kopf (k), der „Versammlungsort der abgesonderten Sinne", das wahre, unabhängige Oberhaupt, gleichsam der Führer des Ganzen, und zugleich ausgerüstet mit den Werkzeugen zur Aneignung des Lebensunterhaltes.

Nun folgt, durch einen deutlichen Hals geschieden, der Mittelleib, die Brust (B). Sie bildet den eigentlichen Glanzpunct des Kerforganismus, gewissermassen eine Concentration,

eine gedrungene Zusammenfassung der bei anderen Gliederthieren über den ganzen Leib vertheilten locomotorischen Functionen in einen einzigen Körperabschnitt. Der Mittelleib ist nämlich nichts als Fahrzeug, als Ortswechselmaschine. Und welche im gesammten Thierreich einzig dastehende Vielseitigkeit der Leistung! Drei Beinpaare auf der Bauchseite, außer zum Ortswechsel zu Land und im Wasser zu allen nur erdenklichen mechanischen Verrichtungen geschickt, und dann noch am Rücken zwei Paare von Flügeln, womit sich ihre beneidenswerthen Besitzer stolz über Ringelwürmer und Krebse, über Tausendfüßler und Spinnen in ein neues Medium, in den Ocean der Luft erheben.

Der Hinterleib, gleichfalls wieder durch einen tiefen Einschnitt vom mittleren getrennt, ist mit Einschluß der Athmungsmechanik, die ihm zufällt, der Träger des vegetativen Lebens, der Ernährung und Fortpflanzung. Ist das nicht in der That die einzig vollkommene Gliederung eines Kerbthieres, ja eines Thieres überhaupt? Jeder der drei Theile ist gewissermassen ein Organismus, eine functionelle Individualität für sich. Man denke nur an die Wespe, an die Biene. Ich trenne die ohnehin ganz lose Verbindung ihrer drei Abschnitte, und jeder zeigt sich noch stunden-, ja tagelang lebensfähig. Der Kopf bewegt die Fühler, kaut mit den Kiefern, schlürft mit der Zunge. Die Brust läuft wie toll umher, dreht sich im Kreise, oder fliegt wohl gar davon. Und selbst der Hinterleib fährt fort zu athmen und droht uns mit dem zuckenden Stachel.

Fig. 37.
Weibchen einer Immenbreme (Stylops.)
K=Br. Kopfbrust, Hi Hinterleib, m Mund. g Scheide, D Darm, br Brutraum mit am Rücken sich öffnenden Röhren (rü).

Sind aber alle In- auch Trisekten, d. h. scharf dreigetheilte Kerbthiere und sind alle mit Flügeln versehen? Der

Leser betrachte sich beistehende Bienenlaus (Fig. 37), eine winzige Kreatur, die nach Zeckenart in der Haut unserer Biene schmarotzt. Ist dieses Geschöpf nicht mehr Wurm als Insekt zu nennen? Aber in seiner ersten Lebenszeit ist es ebensogut ein wahres

Fig. 38.
Ein Springschwanz (Compodea).

Fig. 39.
Erstes Entwicklungsstadium von Meloë Compodea-förmig.

Gbeiniges Kerf, wie die Wurzelkrebse Kruster und die Pentastomen Spinnen sind. Doch müssen wir gleich bemerken, daß in der Regel nur das weibliche Geschlecht so tief herabsinkt. —

Indessen gibt es doch auch freilebende Insekten, die dieses Namens gleichfalls nicht *ganz würdig sind*, kurzgesagt Kerfe,

welche sich noch auf einer sehr tiefen Entwicklungsstufe befinden. Die sogenannten Zuckergäste, Silberfischchen oder Springschwänze sind dem Leser gewiß nicht unbekannt. Ueberaus hurtige lustige Dinger, welche sich mit Hilfe einer endständigen gegen den Bauch einschlagbaren Springgabel fortschnellen und so der Flügel wohl entbehren können. Ein solches Kerf, und zwar eine Campodea, zeigt Fig. 38. Der Kopf ist augenlos, die Brust nicht abgeschnürt, doch mit der vollen Zahl der Beine versehen. Es ist mit einem Wort ein wahrer Sechsfuß oder Hexapode, wie alle Insekten.

Aber mit welchem Rechte wird dieses Thier in neuester Zeit für eine Art Primitiv- oder Urkerf betrachtet. Abgesehen davon, daß diese Gruppe von Kerfen, d. h. die Kauenden überhaupt geologisch die ältesten zu sein scheinen, stützt sich diese zuerst von Maclay klar ausgesprochene und dann von dem berühmten Wiener-Entomologen Brauer modernisirte Hypothese vornehmlich auf die nachembryonale Entwicklung der höheren Kerfe, welche bisweilen, so z. B. bei Meloë (Fig. 39) mit einer Campodea-ähnlichen Larve den Anfang macht.

Doch, wenn wir auch die natürliche Entwicklung und Abstammung aller Lebewesen einräumen, müssen wir doch rathen, sich von den Urformen der einzelnen Thiergruppen kein allzu bestimmtes Bild zu schnitzen; denn die künstlichen Götzen ersetzen die Wahrheit nicht und man entzieht uns alles Vertrauen, wenn wir auch das bestimmt zu wissen vorgeben, was man nur ganz beiläufig kennen kann.

Daß aber die bisher aufgestellten Hypothesen über die Kerfabstammung nicht stichhaltig sind, glauben wir dem Leser wohl in Kürze beweisen zu sollen.

Zuerst die Campodea-Hypothese. Sie behauptet nicht bloß, daß ein Campodea-artiges Thier die Stammform aller Insekten sei, sie behauptet auch, daß die Campodea von den Tausendfüßlern abstamme.

Erstere Behauptung widerlegt sich einfach damit, daß nur gewisse Kerfgruppen und nicht einmal alle kauenden eine Campodea-Larve haben. Man hilft sich aber mit der Ausrede, daß bei den anderen diese Urlarvenform durch Anpassung verloren gieng. Aber kann nicht die Campodea-Larve vieler Insekten selbst eine solche Anpassung sein? Ist doch die Campodea weiter Nichts als eine blinde 6beinige Larve mit zwei Ruderborsten. Und wo finden wir die letztere nicht überall? —

Ist aber die Compodea von den Tausendfüßern abzuleiten?

Man begründet dies vornehmlich durch folgende zwei Thatsachen. Einmal durch die, daß manche Springschwänze (z. B. Japyx) außer den 6 ordentlichen Beinen noch eine Anzahl Griffel- oder Stummelfüße tragen. Dies sollen gleichsam die verkümmerten Myriopoden-Anhänge hinter der Brust sein. Aber haben denn die Schmetterlings- und Blattwespenraupen, die hoffentlich Niemand für verkappte Campodeen halten wird, nicht gleichfalls Afterfüße, und sind dies etwa Verkümmerungen?

Mehr gibt man aber noch auf den Umstand, daß gewisse Myriopoden, z. B. Julus (Fig. 39) mit nur 3 Beinpaaren d. h. also als Hexapoden zur Welt kommen und die andern Füße erst später und zwar nach und nach mit der gleichzeitigen Einschaltung neuer Stammringe (a) erwerben. Aber ist dies nicht ein Widerspruch, die Campodeen auf der einen Seite als (in Bezug auf ihre Hinterleibsbeine) verkümmerte Vielfüßler zu erklären, und sie auf der andern Seite von 6beinigen Myriopoden-Urformen oder vielleicht gar Larven abzuleiten, bei denen, aus einer unbekannten Ursache die Completirung des Stammes und seiner Anhänge unterblieb. Aber speciell von welchen Myriopoden soll die Campodea *sich abgezweigt haben?* Die sogenannten

Fig. 39*. Neugeborne Larve einer Schnurassel, an der erst die drei ersten Rumpfringe Extremitäten haben. Bei a Interpolirung neuer Leibessegmente.

Doppelfüßler (Julus ꝛc.) können es nicht sein, denn hier münden die Geschlechtsorgane an der Brust aus, was bei Springschwänzen ganz unerhört ist.

Brauer nennt aber die Lithobius-Larve als den Ausgangspunct. Den Lithobius? Sind denn nicht bei diesen Thieren die Vorder- und Mittelbrustbeine der Mundarmatur beigezogen und kann man dies noch eine ungezwungene Erklärung nennen, wenn man die Beine der Insekten z. Th. aus den Kiefern der Vielfüßler entstehen läßt! Und kommen denn die vielfachen übrigen Organisations-Differenzen zwischen den vermeintlichen Urkerfen und den Myriopoden, z. B. im Bau der Geschlechtsorgane, in der Vertheilung der Stigmen u. s. w., gar nicht in Betracht? Wenn wir schon überhaupt nicht beweisen können, daß die Urkerfe 6füßige Thiere waren, müssen sie dann gerade umgewandelte Myriopoden sein und müssen die Urkerfe gerade in der heutigen Gliederthierwelt aufgesucht werden?

Nach einer andern, wie uns scheint, zuerst von Gegenbaur begründeten Hypothese sollen die Kerfe von Ringelwürmern und zwar von Rückenkiemern abstammen. Es gibt nämlich wasserlebende Netzflüglerlarven (Ephemera, Cloë u. s. w.), welche fast an allen Hinterleibsringen ein Paar seitliche oder wenn man will rückenständige Kiemen tragen, die in der That oft auch hinsichtlich ihrer wellenartigen Bewegungsweise mit den Rückenkiemen der Ringelwürmer eine frappante Aehnlichkeit haben (Fig. 183) und es sollten ferner die rückenständigen Flügel dieser Thiere (fl_1, fl_2) ihrem ersten Ursprunge nach das Nämliche sein. Soweit und wenn man speciell das Letztere zugibt, besteht allerdings eine gewisse Uebereinstimmung. Aber im Uebrigen erweisen sich die genannten Larven durchaus als vollendete Insekten. Sie haben den charakteristischen Insektenkopf, sie haben die typischen 6 Insektenbeine und in Bezug auf den innern Bau sind sie gleichfalls Insekten.

Und wenn nun so viele andere Wasserkerflarven wenigstens äußerlich und bis auf die genau fixirte Gliederzahl sich an das Vorbild der Ringelwürmer halten, warum gerade diese nicht, welche man doch für ihre wahren Abkömmlinge hält? Warum treten, mit andern Worten, gewisse Rückenkiemercharaktere an schon so gut als fertigen Insekten hervor?

Warum anders, als weil eben diese Insecten ihre Kiemen nicht von den Ringelwürmern geerbt, sondern sie zu einer Zeit, wo sie bereits Insekten waren, erst durch die Anpassung an das Wasserleben selbständig erworben haben. Daß diese Insektenkiemen aber in der That keine Hinterlassenschaft der Würmer sind, sehen wir am Besten bei gewissen anderen Wasserkerflarven, bei denen diese Organe theils von der Bauchfläche (Fig. 50), theils von den Beingelenken und zwischen den Flügeln hervorsprossen.

Wenn wir nun einräumen müssen, daß die letztern keine Wurmkiemen sind, sondern selbständige Erwerbungen, so wird man doch auch zugeben, daß die seitlichen Hinterleibskiemen gleichfalls von den Insekten selbst erworben sein können.

Die Ephemerenkiemen stehen aber sicherlich nicht deshalb an derselben Stelle wie bei den Rückenkiemern, weil sie selbst nur Rückenkiemer-Kiemen sind, sondern weil sie sowohl behufs der Athmung, als auch wegen der sie begleitenden locomotorischen Function nirgends besser hinpassen.

Oder hätte die organisirende Natur vielleicht eine andere Lage wählen sollen, um uns nicht in Versuchung zu führen, bloße Analogieen mit Homologieen zu verwechseln, und hätte sie aus demselben Grunde auch von der Bildung der Schwanzborsten und der überzähligen Beine bei der Campodea Umgang nehmen sollen?

Die sonderbarste Hypothese haben wir auf zuletzt gespart. Sie betrifft die sog. Zoëa, d. i. die gemeinsame Larven- und

wahrscheinlich auch Stammform aller höheren oder Panzerkrebse. Ihre Gestalt (Fig. 40), zwar nach den einzelnen Formen etwas wechselnd, ist charakteristisch genug, und deutet schon auf den künftigen Panzerkrebs. Kopf, Brust und Hinterleib sind zu einem dicken, plumpen Vorderkörper verwachsen, dessen seitliche schalenartige Hautausstülpungen als Kiemen figurieren, und dem sich hinten ein langer, oft mit Endstacheln bewehrter Ruderschwanz anhängt. An unserem Vorbild ist auch der Vorderleib mit einem langen Stirn- und Rückenstachel bewaffnet, während kleinere Spitzen von den Seiten entspringen. Außer den großen Netzaugen (Au) trägt der Kopftheil noch zwei, aber wenig entwickelte Fühler- (an_1, an_2), sowie die bekannten drei Kieferpaare. Den letztern folgen dann noch zwei oder auch drei zum Schwimmen geeignete Spalt- oder Ruderbeine (b_1, b_2), welche den Kieferfüßen des fertigen Thieres entsprechen, indeß die eigentlichen Krebsbeine erst später successive hervorsprossen.

Fig. 40.
Zoëa (Krebslarve). Bezeichnung die gewöhnliche. Der Schwanz ist eingeschlagen.

Aber was geht denn diese Krebslarve die Insekten an? Man hat sie zum Stammvater der Landkerbthiere avanciren lassen. Aber gibt es denn irgend einen Tracheaten, der auch nur die entfernteste Aehnlichkeit damit besäße? Brauer erinnert an die Mückenpuppen. Macht aber der aufgeblasene Vorderleib und der bewegliche Schwanz der Letzteren schon die Zoëa aus? Wo bleiben denn die 2 Fühlerpaare, die Spaltfüße u. dgl.? Und wie weit verschieden ist nicht ihre innere Organisation!

an will die Tracheaten mit Gewalt irgendwo an die

Wasserarticulaten anknüpfen, und weil manche Zoëen drei Beinpaare haben, so müssen es auch schon die Vorläufer der Sechsfüßler mit ihrem Anhang sein. Man hat sich die Sache in der That zu einfach vorgestellt, als daß sie wahr sein könnte. Ein Zoëa-ähnliches Geschöpf, sagt man, habe das „Land betreten" und durch Anpassung an dasselbe seien dann die ersten Landgliederfüßler und zwar wahrscheinlich zuerst die Insekten entstanden.

Aber wie, fragen wir, kann ein pelagisches, ein ausschließlich nur zum Schwimmen organisirtes Thier, wie es die Zoëa ist, wie kann diese das Land „betreten", und wie, wenn sie auch unfreiwillig an's Trockne käme, sich dort weiter helfen?

Unserer Meinung nach hätte man einen unschicklicheren Landkerf-Candidaten nimmermehr finden können.

IV. Kapitel.

Organismus der Insekten.

An dem Einen muß man festhalten, daß nämlich das Insekt, in Bezug auf seine wesentlichsten Charaktere, wie solche aus der Zahl, aus der Anordnung und Ausrüstung seiner Hauptheile entspringen, unter allen Chitinhäutern, welche dem gleichen Principe der Auflösung nnd Zerstückelung unterworfen sind, die allergrößte Beständigkeit und Einförmigkeit an den Tag legt. Die Insekten sind nicht bloß gemeinsamen Ursprungs, wie dies für die Krebse z. B. aus der Art ihrer Entwicklung hervorleuchtet, die Kerfe deuten uns ihre Solidarität weit mehr im vollendeten Zustand, durch den übereinstimmenden Habitus ihres Baues an. Darum läßt sich auch die Klasse der Insekten nicht mit den übrigen Abthei-

lungen der Gliederthiere, welche oft ganz heterogene Naturen in sich vereinigen, in Parallele bringen. Die Insekten machen gewissermaßen nur ein einziges, freilich ganz riesiges Geschlecht unter ihnen aus, sie bieten uns nur einen einzelnen und zwar einen ganz speciellen Fall der allgemeinen Gliederthierorganisation. Oder ist der Kreis ihrer Bildung nicht in der That auf das Engste eingeschränkt? Schon von allem Anbeginn, am Embryo und an der unvollkommenen Larve, wird die Zahl der Ur- oder Grundsegmente genau festgesetzt. Es sind deren 17, nur gelegentlich vielleicht um eins oder zwei weniger. Nicht minder scharf fixirt ist, wie wir bereits wissen, auch die weitere Verwendung dieses Ringsystems. Es entsteht ein vierringeliger Kopf, dessen Segmentkerben aber später verschwinden, ferner ein dreiringeliger Locomotionsapparat, das Brustgebäude, und als der Schlußabschnitt des in drei Theile auseinander gerissenen Ganzen ein 10-, eventuell 9- oder 8gliedriger Hinterleib. Und mit den Anhängen verhält es sich ebenso. Zu wahren Gliedmaßenträgern sind am ausgebildeten Kerf nur die sieben vordersten Stammtheile berufen. Am ersten entspringen die Fühler, an den drei folgenden je ein Paar Mundgliedmassen. Die drei Brustringe tragen dann die Hilfswerkzeuge des Ortswechsels, nämlich alle ein Beinpaar, und die zwei hinteren noch extra ein Paar Flügel, wo nicht die allgemeinsten, so doch, wo sie vorhanden, die charakteristischesten aller Kerforgane.

Und sollte bei dieser merkwürdigen Konstanz in der ganzen äußeren Stylisirung des Kerforganismus nicht auch die Einrichtung des Innern sich als sehr beständig erweisen?

Indem wir aber so viel Gewicht auf die Einheit des Kerftypus legen und den Leser durch wiederholte Betonung desselben gleichsam zwingen wollen, seine Lieblinge einmal auch von der Seite sich anzusehen, drücken wir doch

schon genugsam aus, daß die geflügelten Sechsfüßler eine so große Mannigfaltigkeit zur Schau tragen, daß man darüber leicht ihre Einerleiheit aus dem Auge verlieren kann. — Dies ist es, was das Kerfstudium so anziehend und doch wieder so abscheulich weitschweifig macht. Man sammelt und sammelt, man untersucht und prüft, ja man guckt sich, wie es dem großen Swammerdamm ergangen, fast die Augen blind, und glaubt nun etwas zu wissen — aber je weiter man kommt, desto klarer wird es, daß die allseitige Entzifferung des Kerfwesens ein Ideal bleiben muß. Denn obwohl nur ein einzelnes Glied aus der unabsehbaren Reihe verschieden organisirter Thiernaturen und im Ganzen sich immer gleich bleibend, stellt das Insekt dennoch eine ganze ungeheure Welt für sich allein dar. —

Es scheint unglaublich, ist aber doch so: Die Zahl der bekannten Insektenarten ist größer als die aller anderen (bisher beschriebenen!) Thierformen zusammengenommen. Alle die verschiedenen Thiergeschlechter, welche das Land bevölkern, und alle die mannigfaltigen, ihrer Wesenheit nach so weit auseinandergehenden Thiergestalten, welche in unerschöpflicher Fülle das ganze ungeheure Meer zu einem Schauplatz des bewegtesten Lebens machen, sie alle reichen noch nicht, was die Menge unterscheidbarer Einzelformen anlangt, an das Insekt, an den simpeln hölzernen Sechsfuß hinan!

Aber welches ist denn die Ursache dieser grenzenlosen Vermannigfaltigung einer hinsichtlich der ganzen Leibesökonomie so eingeschränkten Thierklasse? Es weiß es Jeder, daß die Insekten Kosmopoliten sind. Wir hätten eigentlich sagen sollen, die Kerfe haben ihrer glücklich angelegten Natur wegen die Fähigkeit besessen, Kosmopoliten zu werden, und die Anpassung an das Leben und der allseitige heftige Kampf ums

Dasein, hervorgerufen durch die oft erdrückende Fruchtbarkeit, hat aus ihnen wirklich solche gemacht.*) Indem die Insekten, wie Masius so schön sagt, „gleich einem fliegenden, kriechenden Feuer, den geheimen Brand über ganze Erdstriche trugen" und noch fort und fort ihre Universalherrschaft auszudehnen suchen, sind sie das gewandteste, tapferste, vielseitigste und mannigfaltigste aller Thiervölker, also Kosmopoliten in des Wortes verwegenster Bedeutung geworden.

Was die Menschen, man verzeihe uns diesen Vergleich, unter den Wirbelthieren und speciell unter den Säugern sind, das sind die Kerfe in der Kleinthierwelt, nur mit dem großen Unterschiede, daß sie ihre despotische Macht über die gesammte Festlandsschöpfung nicht mit künstlichen Hilfsmitteln errungen haben, sondern vermittelst ihrer natürlichen Werkzeuge, vermittelst der angeborenen Waffen ihres Körpers. Aber welche Armatur ist ihnen auch gegeben! „Die Waffen, mit denen die Erfindsamkeit unseres eigenen Geschlechtes die Folterkammern und Rüsthäuser angefüllt, die unheimlich kunstvollen Instrumente des Operateurs reichen noch lange nicht an die Bewehrung dieser Legionen. Mit Zangen, Sägen, Spießen, mit Scheeren, Rüsseln, Schnäbeln, Bohrern, mit Wurfgeschossen und mit Gift beginnen sie ihr Werk, und ihrer Stärke gleicht nichts, als ihre Ausdauer, ihre raubthierartige Gier und ihre unendliche Menge", häufig verbunden mit einer solchen Kleinheit der Individuen, daß ihnen absolut nicht beizukommen ist. — Und haben die Kerfe nicht zugleich auch die freieste, ungehindertste und vielseitigste Beweglichkeit? Man beobachte den rasenden Kreislauf der Ameisen, die blitzschnellen Evolutionen der Taumelkäfer, die erstaunliche Behendigkeit der Werren und

*) Den Einfluß der Außenwelt auf die Umgestaltung des Kerforganismus werden wir im 2. Bande (Vergleichende Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Insekten) eingehender zu behandeln haben.

Wasserarticulaten anknüpfen, und weil manche Zoëen drei Beinpaare haben, so müssen es auch schon die Vorläufer der Sechsfüßler mit ihrem Anhang sein. Man hat sich die Sache in der That zu einfach vorgestellt, als daß sie wahr sein könnte. Ein Zoëa-ähnliches Geschöpf, sagt man, habe das „Land betreten" und durch Anpassung an dasselbe seien dann die ersten Landgliederfüßler und zwar wahrscheinlich zuerst die Insekten entstanden.

Aber wie, fragen wir, kann ein pelagisches, ein ausschließlich nur zum Schwimmen organisirtes Thier, wie es die Zoëa ist, wie kann diese das Land „betreten", und wie, wenn sie auch unfreiwillig an's Trockne käme, sich dort weiter helfen?

Unserer Meinung nach hätte man einen unschicklicheren Landkerf-Candidaten nimmermehr finden können.

IV. Kapitel.

Organismus der Insekten.

An dem Einen muß man festhalten, daß nämlich das Insekt, in Bezug auf seine wesentlichsten Charaktere, wie solche aus der Zahl, aus der Anordnung und Ausrüstung seiner Haupttheile entspringen, unter allen Chitinhäutern, welche dem gleichen Principe der Auflösung und Zerstückelung unterworfen sind, die allergrößte Beständigkeit und Einförmigkeit an den Tag legt. Die Insekten sind nicht bloß gemeinsamen Ursprungs, wie dies für die Krebse z. B. aus der Art ihrer Entwicklung hervorleuchtet, die Kerfe deuten uns ihre Solidarität weit mehr im vollendeten Zustand, durch den übereinstimmenden Habitus ihres Baues an. Darum läßt sich auch die Klasse der Insekten nicht mit den übrigen Abthei-

Dasein, hervorgerufen durch die oft erdrückende Fruchtbarkeit, hat aus ihnen wirklich solche gemacht.*) Indem die Insekten, wie Masius so schön sagt, „gleich einem fliegenden, kriechenden Feuer, den geheimen Brand über ganze Erdstriche trugen" und noch fort und fort ihre Universalherrschaft auszudehnen suchen, sind sie das gewandteste, tapferste, vielseitigste und mannigfaltigste aller Thiervölker, also Kosmopoliten in des Wortes verwegenster Bedeutung geworden.

Was die Menschen, man verzeihe uns diesen Vergleich, unter den Wirbelthieren und speciell unter den Säugern sind, das sind die Kerfe in der Kleinthierwelt, nur mit dem großen Unterschiede, daß sie ihre despotische Macht über die gesammte Festlandsschöpfung nicht mit künstlichen Hilfsmitteln errungen haben, sondern vermittelst ihrer natürlichen Werkzeuge, vermittelst der angeborenen Waffen ihres Körpers. Aber welche Armatur ist ihnen auch gegeben! „Die Waffen, mit denen die Erfindsamkeit unseres eigenen Geschlechtes die Folterkammern und Rüsthäuser angefüllt, die unheimlich kunstvollen Instrumente des Operateurs reichen noch lange nicht an die Bewehrung dieser Legionen. Mit Zangen, Sägen, Spießen, mit Scheeren, Rüsseln, Schnäbeln, Bohrern, mit Wurfgeschossen und mit Gift beginnen sie ihr Werk, und ihrer Stärke gleicht nichts, als ihre Ausdauer, ihre raubthierartige Gier und ihre unendliche Menge", häufig verbunden mit einer solchen Kleinheit der Individuen, daß ihnen absolut nicht beizukommen ist. — Und haben die Kerfe nicht zugleich auch die freieste, ungehindertste und vielseitigste Beweglichkeit? Man beobachte den rasenden Kreislauf der Ameisen, die blitzschnellen Evolutionen der Taumelkäfer, die erstaunliche Behendigkeit der Werren und

*) Den Einfluß der Außenwelt auf die Umgestaltung des Kerforganismus werden wir im 2. Bande (Vergleichende Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Insekten) eingehender zu behandeln haben.

schon genugsam aus, daß die geflügelten Sechsfüßler eine so große Mannigfaltigkeit zur Schau tragen, daß man darüber leicht ihre Einerleiheit aus dem Auge verlieren kann. — Dies ist es, was das Kerfstudium so anziehend und doch wieder so abscheulich weitschweifig macht. Man sammelt und sammelt, man untersucht und prüft, ja man guckt sich, wie es dem großen Swammerdamm ergangen, fast die Augen blind, und glaubt nun etwas zu wissen — aber je weiter man kommt, desto klarer wird es, daß die allseitige Entzifferung des Kerfwesens ein Ideal bleiben muß. Denn obwohl nur ein einzelnes Glied aus der unabsehbaren Reihe verschieden organisirter Thiernaturen und im Ganzen sich immer gleich bleibend, stellt das Insekt dennoch eine ganze ungeheure Welt für sich allein dar. —

Es scheint unglaublich, ist aber doch so: Die Zahl der bekannten Insektenarten ist größer als die aller anderen (bisher beschriebenen!) Thierformen zusammengenommen. Alle die verschiedenen Thiergeschlechter, welche das Land bevölkern, und alle die mannigfaltigen, ihrer Wesenheit nach so weit auseinandergehenden Thiergestalten, welche in unerschöpflicher Fülle das ganze ungeheure Meer zu einem Schauplatz des bewegtesten Lebens machen, sie alle reichen noch nicht, was die Menge unterscheidbarer Einzelformen anlangt, an das Insekt, an den simpeln hölzernen Sechsfuß hinan!

Aber welches ist denn die Ursache dieser grenzenlosen Vermannigfaltigung einer hinsichtlich der ganzen Leibesökonomie so eingeschränkten Thierklasse? Es weiß es Jeder, daß die Insekten Kosmopoliten sind. Wir hätten eigentlich sagen sollen, die Kerfe haben ihrer glücklich angelegten Natur wegen die Fähigkeit besessen, Kosmopoliten zu werden, und die Anpassung an das Leben und der allseitige heftige Kampf ums

ihrer Aufgabe gerecht werden zu können und wie unendlich groß erweist sich diese Differenzirung eben an den allerkleinlichsten, an den scheinbar unbedeutendsten und nebensächlichsten Theilen!

Das wäre also das wichtigste, gestaltbildende Moment für die Kerfe: der innige, unzertrennliche Wechselverkehr mit der Pflanzenwelt. Aber diese Welt, so ungeheuer sie ist, schien den Kerfen, diesen Ungeheuern der Vermehrung, diesen winzigen Tyrannen und Titanen der Schöpfung doch zu klein, sie griffen andere Thiere, vor Allem aber ihre eigenen Brüder an, theils in offener Fehde, mit der Wucht ihrer Waffen sie erlegend, theils auf eine heimlichere und heimtückischere Weise als ständige oder spontane Schmarotzer. Aber wie viele Umgestaltungen mußten abermals stattfinden, bis sie es zur heutigen Vielseitigkeit ihrer grausamen Gewohnheiten, ihrer erstaunlichen Liste brachten. Man denke einzig und allein nur an das Heer der Schlupfwespen. Fast jede bringt die Eier in einem besonderen Kerf unter, und es gibt darunter auch solche kleine Pfiffici, die sie wieder in die Eier ihrer größeren Schwestern einschmuggeln. —

Wenn wir nun aber die verschiedenen Anpassungen der Kerfe an die angedeuteten und an die mannigfaltigen anderen Existenzmittel näher prüfen, so werden wir eine doppelte Erscheinung gewahr. Für's erste entfernen sich die Kerfe immer mehr und mehr von ihrem ursprünglichen, gleichgültigen Zustand, und zwar nach Maßgabe ihrer verschiedenen Lebensgewohnheiten auch in sehr verschiedener Weise und in sehr verschiedenem Grade. Dies ist die sogenannte Divergenz der Charactere, wie wir sie bei den einzelnen allen Lesern wohl bekannten Kerfordnungen, den Käfern, Schmetterlingen, Aderflüglern, Wanzen u. s. f., sowie auch wieder bei den Einzelformen dieser Abtheilungen antreffen. Während hiebei aber gewisse Arten, z. B. die weiblichen Schildläuse und die Läuse

Grabwespen, welche oft im Nu selbst im steinharten Erdreich verschwinden, während andere sogar durch Metallplatten sich Bahn brechen, man denke ferner an die lustigen reckenhaften Kavalkaden der Flöhe, der Heuschrecken und staune über die Kraft und Schnelligkeit des Fluges, mit der die Libelle z. B. gleich einem lebendigen Pfeile dahin schießt.

Nun gehe man mehr an's Einzelne. Der vornehmste Tummelplatz der Insekten ist die Pflanzenwelt. Die Insekten sind die eigentlichen Pflanzenthiere. Nur das weitläufige Reich der Gewächse mit ihren tausenden und abertausenden von Blättern und Blüten, ist groß genug, um den unzählbaren Schaaren der Kerfe Aufenthalt und Nahrung zu geben. Dann bedenke man aber, daß jede der hunderttausende von höheren Pflanzen ihre Besonderheiten besitzt, denen sich natürlich das Kerf, welches auf dieselben angewiesen ist, genau accomodiren und anpassen muß. Aber die Theilung des Besitzes geht wegen der ungeheuren Concurrenz noch weiter, sie erstreckt sich auch auf die verschiedensten Theile einer bestimmten Gewächsart. Die einen fressen das Laub ab, andere schlürfen den Nectar der Blüten, eine dritte Abtheilung bohrt sich in die Samen ein, wieder andere sehen sich, da die besseren Plätze schon besetzt sind, auf die Rinde und auf das Holz des Stammes zurückgedrängt, ja viele sind gezwungen selbst die Wurzeln anzunagen, oder im Mulm des Bodens sich einzuwühlen. Und macht denn die Noth nicht erfinderisch, und werden die Kerfe, welche fortwährend ihre Existenz erkämpfen müssen, aus diesem Kampf ganz unverändert hervorgehen, oder wird bei der immer weiter schreitenden Einschränkung an eine bestimmte Lebensweise nicht auch ihr Organismus sich immer mehr specialisiren müssen? Und wie weit erstreckt sich nicht diese Anpassung gerade an den einzelnen Hilfsorganen. Welche tausendfachen Abänderungen müssen nicht z. B. die Mundwerkzeuge, die Beine, die Flügel u. s. w. erleiden, um

ihrer Aufgabe gerecht werden zu können und wie unendlich groß erweist sich diese Differencirung eben an den allerkleinlichsten, an den scheinbar unbedeutendsten und nebensächlichsten Theilen!

Das wäre also das wichtigste, gestaltbildende Moment für die Kerfe: der innige, unzertrennliche Wechselverkehr mit der Pflanzenwelt. Aber diese Welt, so ungeheuer sie ist, schien den Kerfen, diesen Ungeheuern der Vermehrung, diesen winzigen Tyrannen und Titanen der Schöpfung doch zu klein, sie griffen andere Thiere, vor Allem aber ihre eigenen Brüder an, theils in offener Fehde, mit der Wucht ihrer Waffen sie erlegend, theils auf eine heimlichere und heimtückischere Weise als ständige oder spontane Schmarotzer. Aber wie viele Umgestaltungen mußten abermals stattfinden, bis sie es zur heutigen Vielseitigkeit ihrer grausamen Gewohnheiten, ihrer erstaunlichen Liste brachten. Man denke einzig und allein nur an das Heer der Schlupfwespen. Fast jede bringt die Eier in einem besonderen Kerf unter, und es gibt darunter auch solche kleine Pfiffici, die sie wieder in die Eier ihrer größeren Schwestern einschmuggeln. —

Wenn wir nun aber die verschiedenen Anpassungen der Kerfe an die angedeuteten und an die mannigfaltigen anderen Existenzmittel näher prüfen, so werden wir eine doppelte Erscheinung gewahr. Für's erste entfernen sich die Kerfe immer mehr und mehr von ihrem ursprünglichen, gleichgültigen Zustand, und zwar nach Maßgabe ihrer verschiedenen Lebensgewohnheiten auch in sehr verschiedener Weise und in sehr verschiedenem Grade. Dies ist die sogenannte Divergenz der Charactere, wie wir sie bei den einzelnen allen Lesern wohl bekannten Kerfordnungen, den Käfern, Schmetterlingen, Aderflüglern, Wanzen u. s. f., sowie auch wieder bei den Einzelformen dieser Abtheilungen antreffen. Während hiebei aber gewisse Arten, z. B. die weiblichen Schildläuse und die Läuse

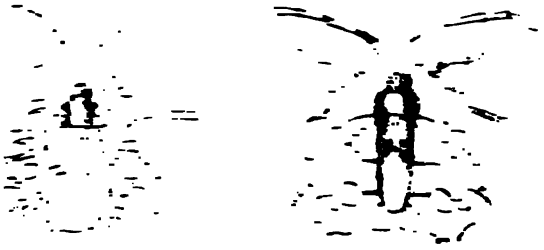
fast insgesammt, welche unter äußerst einfachen und beschränkten Bedingungen leben, körperlich eher rück- als vorwärts schreiten, indem gewisse Organe gar nicht und andere nur höchst einseitig entfaltet werden, findet bei anderen wieder, welche, wie die Bienen z. B., im Kampf ums Dasein ihre volle Kraft einsetzen, eine allseitige Vervollkommnung der Lebensmaschine statt, wie denn ja gerade die genannten Kerfe außer den kauenden auch saugende Mundtheile besitzen, und mit ihren kräftigen Beinen nicht bloß gehen und klettern, sondern auch mauern und Pollen sammeln können.

Dies ist also die wahre fortschreitende Entwicklung, die immer weiter gehende Verwerthung und in Folge dessen auch Vervollkommnung des ererbten Organapparates.

Die andere Anpassungserscheinung ist die sogenannte Convergenz d. h. die äußere Gestaltverähnlichung zwischen ihrer ganzen Wesenheit nach weit auseinander liegenden Kerfarten. Jedem Kerfsammler ist es wohl schon passirt, daß er gewisse Fliegen, ja selbst Schmetterlinge für Wespen hielt, obwohl bei einer näheren Prüfung die Täuschung sofort aufhören muß.

Am öftesten handelt es sich hiebei nur um eine auffallende Uebereinstimmung im allgemeinen Habitus sowie in der Farbe und Zeichnung, oder in Bezug auf die Bekleidung überhaupt, wie z. B. die in Fig. 41 abgebildete Baumwanze mit ganz ähnlichen Excreszenzen bedeckt ist, wie der nebenstehende Käfer (Fig. 42). Diese äußerliche „Copirung" eines Kerfs durch ein anderes kann in dem Falle, wo ein schwächeres ein stärkeres nachahmt, ersterem von großem Vortheil werden, indem es von den Feinden, die ihm auflauern, für das letztere gehalten und deßhalb möglicherweise gar nicht angegriffen wird.

Eine gewisse Aehnlichkeit zwischen ganz verschiedenen Insekten kann aber auch daher kommen, daß sie, weil unter ähnlichen Bedingungen lebend, auch eine übereinstimmende



[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Gerüsts daher [illegible] hölzernen, [illegible] dem [illegible] Auge versteckte [illegible] wird und so [illegible] erhält. Dieses [illegible] der Nerve rührt [illegible] festen Chitin- [illegible] Heerd des [illegible] verbirgt.

[illegible] Umhüllung, dieses [illegible] und [illegible] ebenso starren [illegible] Aus- und Ein- [illegible] die kräftigen Hammuskeln feste Stütz- [illegible] das Allerwichtigste an dem [illegible] Tiere, dessen Kraft und Arbeit die oberste [illegible]

[illegible] wollen wir nun das Nervensystem zuerst von dieser [illegible] und beginnen gleich mit der

Kurze Uebersicht der Insekten.

Ohne Verwandlung (Ametabola). Der entwickelte Fötus gleicht dem Mutterthier. Nachträgliches Wachsthum des Körpers und Reifung der Geschlechtsorgane, begleitet von periodischen Häutungen (Aptera).

Mit saugenden Mundtheilen. Erste Ueberreste aus dem Jura.

aus der Steinkohle.

1. Springschwänze (Thysanura Zuckergast, Gletscherfloh). Flügellos, larvenartig. Ebenso die durch Parasitismus rückgebildete Schnabelkerfe, z. B. gewisse Läuse und manche Geradflügler.

Mit sog. unvollständiger Verwandlung (Hemimetabola). Der entw. Fötus gleicht dem Mutterthier nur theilweise.

a) Mit gleichmäßig fortschreitender Entwicklung. Das Neugeborne (Larve im weitern Sinn) gleicht bis auf die fehlenden Flügel und die äußeren Geschlechtsorgane fast vollständig dem Imago, und wird bei jeder stattfindenden Häutung, indem die Flügel u. s. f. immer mehr hervortreten, demselben ähnlicher.

2. Geradflügler (Orthoptera: Schabe, Ohrwurm, Heuschrecken). Zwei schmale pergamentartige Ober- und häutige fächerartig faltbare Unterflügel. In die Nähe gehören auch die Termiten und vielleicht die Blasenfüße.

Stechend.

3. Schnabelkerfe (Rhynchota: Baumwanze, Cicade, Schild-, Blattläus). (Meist) Mehrgliedriger Unterlippenrüssel mit 4 Stechborsten. Die 4 Flügel entweder gleich u. häutig (Cicade ꝛc.) oder die oberen am Grunde lederartig (Halbflügler: Baumwanzen).

Mit saugenden Mundtheilen. Erste Ueberreste

b) Mit ungleichmäßig fortschreitender Entwicklung. Die im Wasser lebende Larve von dem geschlechtsreifen Luftkerfe äußerlich sehr verschieden, und mit provisorischen Organen, Kiemen ꝛc., versehen, welche erst bei der letzten Häutung (an der Oberfläche des Wassers, also beim Uebergang in die Luft) abgeworfen werden, während die Imagocharaktere (Flügel ꝛc.) schon an der Larve sich wie oben äußerlich verbilden.

4 Netzflügelige Geradflügler (Pseudo-Neuroptera: Afterfrühlings- und Eintagsfliegen. Libellen). 4 Flügel eng gegittert, meist nicht faltbar.

Mit vollständiger (echter) Verwandlung (Metabola). Die vom Mutterthier grundverschiedene Larve bleibt sich (in der Regel!) trotz mehrmaliger Häutungen, äußerlich fortwährend ganz gleich (Raupe), während sich innerlich nach und nach ein ganz, oder doch partienweise ganz neuer Organismus vorbildet, der zunächst als gestaltlich und funktionell unfertiges Wesen, als Puppe selbstständig wird und an welchem die völlige Umwandlung in das Imago erst vollzogen wird.

Mit

zum Theil.

5. Netzflügler i. e. S. (Neuroptera: Frühlingsfliegen Florflügler [Florfliegen, Ameisenlöwen, Scorpionsfliege].) Larven mit Beinen.

6. Fächerflügler (Strepsiptera: Bienenbreme). Vorderflügel kleine Läppchen, Hinterflügel weit, fächerartig. Larve mit Beinen.

7. Deckflügler (Käfer, Coleoptera) Große, freie Vorderbrust. Oberflügel hart, deckelartig. Larve meist mit Beinen.

8. Aderflügler (Hymenoptera: Bienen. Blatt-, Grab-, Gall-, Schlupfwespe). Alle 4 Hautflügel armadrig. Vorderbrust frei. Larve meist beinlos (Maden).

Stechend.

9. Zweiflügler (Diptera: Stubenfliege, Mücken, Lausfliege, Floh). Nur Vorderflügel. Hinten Schwingkolben. Brust ganz verwachsen. Larven stets beinlos (Maden).

10. Schuppenflügler (Schmetterlinge, Lepidoptera). Körper und Flügel mit dichtem Schuppenkleid. Brustringe frei. Larven mit Beinen (Raupen).

(tertiär)

eine Kapsel für die zahlreichen, z. Th. außerordentlich großen Muskeln darstellt, welche die an seinem Vorderende eingelenkten Mundgliedmassen, sowie die Fühler und den Schlund in Bewegung setzen.

Mit dieser Erkenntniß wird einem zugleich noch manches Andere klar. Einmal die Dickwandigkeit und Unnachgiebigkeit des Schädels: die Muskeln brauchen eine feste Unterlage. Dann die vielerlei, oft zu förmlichen Gerüsten, gewissermassen zu einem Binnenscelet sich vereinigenden Balken und Vorsprünge,

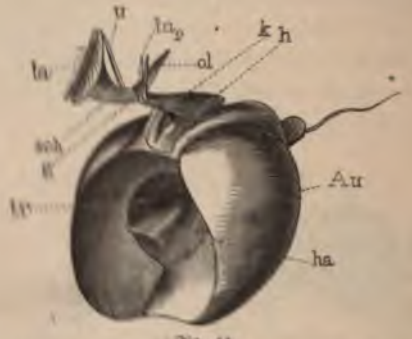


Fig. 44.
Kopf einer Schwebfliege von hinten, um die pfannenartige Aushöhlung zu zeigen.
k Saugrüssel.

die aber nur Chitin-Wucherungen der Seitenwand sind, hervorgebracht durch entsprechende Einstülpungen der Chitinmutterhaut. Diese vergrößern und verstärken zugleich den Stützapparat der Muskeln und ermöglichen eine vielseitigere Bewegung der daran hängenden Gliedmassen. Selbstverständlich hängt damit auch, z. Th. wenigstens, die Form und vor Allem auch die Größe, das Volum des Schädels zusammen, welches letztere also hier nicht einen Maßstab für die Intelligenz, sondern nur für die Gefräßigkeit und Bissigkeit der Kerfe abgeben kann. So haben beispielsweise die Feldgrillen, die Termiten- und Ameisen-

Mechanik des Stammes.

a. Kopf.

Bei allen selbständigen Insekten ist der Kopf keine Vielheit von Ringen mehr, wie am Embryo, sondern eine einzige feste Kapsel, ein einziges hartes Chitingehäuse, in gewissem Sinne vergleichbar dem knöchernen Schädelkasten der Wirbelthiere (Fig. 43). Wir sagen in gewissem Sinne. Die Kerfkopfkapsel ist nämlich für's Erste nicht bloß ein Behältniß des Gehirns. Letzteres nimmt nur den allerkleinsten Raum ein und wird nicht unmittelbar durch die harte Kapsel selbst geschützt, sondern liegt vielmehr in einem durch mehrere Tracheenblasen gebildeten, elastischen Luftpolster, welcher es in der Schädelhöhle schwebend erhält und vor jeder unsanften Berührung sicher stellt.

Fig. 43.
Längsschnitt durch die steinharte Kopfkapsel eines Hirschkäfers.
k_1 Oberkiefer mit seinen großen Sehnen s_1, s_2. k_2 Unterkiefertaster.
k_3 leckende Unterlippe.

Um diese und die übrigen Verhältnisse der Kopf-Einrichtung aus eigener Anschauung kennen zu lernen, spaltet der Leser am bequemsten einen in Alcohol gehärteten Insektenschädel mit einem scharfen Rasiermesser der Länge und zur besseren Orientirung einen zweiten auch der Quere nach entzwei. Da sieht er dann gleich, daß der Kerfschädel *in* erster Linie nur

eine Kapsel für die zahlreichen, z. Th. außerordentlich großen Muskeln darstellt, welche die an seinem Vorderende eingelenkten Mundgliedmassen, sowie die Fühler und den Schlund in Bewegung setzen.

Mit dieser Erkenntniß wird einem zugleich noch manches Andere klar. Einmal die Dickwandigkeit und Unnachgiebigkeit des Schädels: die Muskeln brauchen eine feste Unterlage. Dann die vielerlei, oft zu förmlichen Gerüsten, gewissermassen zu einem Binnenscelet sich vereinigenden Balken und Vorsprünge,

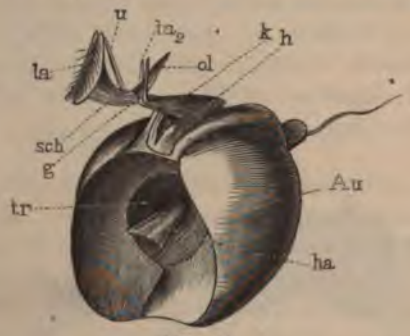


Fig. 44.
Kopf einer Schwebfliege von hinten, um die pfannenartige Aushöhlung zu zeigen.
k Saugrüssel.

die aber nur Chitin-Wucherungen der Seitenwand sind, hervorgebracht durch entsprechende Einstülpungen der Chitinmutterhaut. Diese vergrößern und verstärken zugleich den Stützapparat der Muskeln und ermöglichen eine vielseitigere Bewegung der daran hängenden Hebelorgane. Selbstverständlich hängt damit auch, z. Th. wenigstens, die Form und vor Allem auch die Größe, das Volum des Schädels zusammen, welches letztere also hier nicht einen Maßstab für die Intelligenz, sondern nur für die Gefräßigkeit und Bissigkeit der Kerfe abgeben kann. So *haben* beispielsweise die Feldgrillen, die Termiten- und Ameisen-

von einem „Nasen-, Schläfen-, Joch-, Keilbein“ u. dgl. spricht, Ausdrücke, welche zwar in Bezug auf die functionelle Bedeutung der einzelnen Kopfabschnitte Manches für sich haben, im Uebrigen aber völlig willkürlich und für die Wissenschaft auch höchst gefährlich sind, da wir bei einer solchen Vergleichung von gestaltlich und genetisch ganz und gar Unvergleichbarem nur allzu leicht zu grundfalschen Analogieschlüssen geführt werden können, wie denn der Leser vielleicht schon wissen dürfte, daß man unter Anderem die Fühlhörner der Insekten für die Stellvertreter der Säugethierohrmuscheln ausgegeben hat, nicht bedenkend, daß die Krebse deren zwei und die Anneliden sogar mehrere Paare besitzen.

Fig. 47.
Phanaeus pegasus Sturm ♂ aus Mexiko.

Mittelleib.

Mag die Vergleichung des Kerf- und Säugethierkopfes in vieler Beziehung noch angehen, so zeigt eine Parallelisirung zwischen unserem Thorax und dem ebenso benannten Mittelleibe der Insecten von einer völligen Verkennung seiner Natur. Unsere Brust ist vorwiegend eine Respirationsmaschine; der Kerfthorax hingegen ein Locomotions-, ein Ortswechselapparat.

Aehnlich nun wie die Gestelle der künstlichen Fahrzeuge bald zum Zwecke einer bequemeren Lenkung aus mehreren untereinander verschiebbaren Theilen bestehen, bald aber, zur Erzielung einer einheitlichern Bewegung, wie an unseren Dampfmaschinen nur ein einziges festes Ganzes bilden, so sehen wir auch die bekannten drei Brustringe der Kerfe (Fig. 48), gleichsam die Axenlager der an ihnen eingelenkten Hebelapparate entweder vollkommen gesondert hintereinander liegen oder in verschiedenem

Grade einander genähert und zusammengedrängt, ja oft völlig in Eins verschmolzen, und so zugleich den Hauptstock des Körpers ausmachen.

Bei den Insekten und Insektenlarven, die keine Flügel, sondern nur Beine tragen, sind die drei Ringe des Mittelleibes meist ebenso scharf gesondert, wie jene des Hinterleibes, sind aber um so stärker als diese, je kräftiger die betreffenden Anhänge werden. So dehnt sich bei den Fangheuschrecken (Fig. 49) die Vorderbrust sogar weiter als die flügeltragenden Abtheilungen aus, weil die gewaltigen Raubarme einen festen Halt brauchen; es bekommt dagegen bei der in Fig. 51 vorgestellten Meerwanze die Mittel- und Hinterbrust die Oberhand, weil von hier aus die langen Ruderbeine gelenkt werden.

Fig. 48.
Glückwuchs zerlegte Schnarrheuschrecke (Calopteneus italicus).
K Kopf, B1 Vorderbrust, B2 Mittel- und B3 Hinterbrust, Hl Hinterleib.

Die augenfälligsten Brustumgestaltungen rufen aber die am Rücken seines 2. und 3. Ringes entspringenden Flugplatten (Fig. 48 vFl, hFl) hervor. Im Allgemeinen steht es damit so. Der erste Ring behält seine Selbständigkeit, ja gleich dem Kopfe sogar eine gewisse Drehbarkeit. Einen solchen Halskragen haben fast sämmtliche Insekten mit Ausnahme der meisten

Fliegen, wo auch dieser Abschnitt in den nächsten aufgeht*). Die beiden flügeltragenden Ringe dagegen, die sogenannte Mittel- und Hinterbrust bilden aber in der Regel ein als Flügelleib zu bezeichnendes Ganzes für sich, so daß dann, strenge genommen, der Körper dieser Kerfe, und es sind dies gerade die vollendetsten, die Adlerflügler, die Falter, die Libellen u. s. f. aus vier Hauptabschnitten sich zusammensetzt.

Eine Haupteigenthümlichkeit in der äußeren Erscheinung der Brustringe liegt darin, daß sie aus mehreren durch scheinbare Nähte miteinander verbundenen Platten oder Stücken sich aufzubauen scheinen, so daß man außer einem eigenen Rücken- und Brustschilde noch besondere Seitentheile unterscheidet. Von dieser Zerstückelung des Brustgehäuses gilt aber genau dasselbe, was Göthe vom Knochengebäude sagt: daß die Eintheilung bloß zufällig entstand, und Jeder bald mehr bald weniger Theile annahm und sie nach Belieben und eigener Ordnung beschrieb.

Fig. 49.
Fangheuschrecke (Oxyophthalmus gracilis Scudd.) aus Ceylon.

Uebrigens sind ja die Brustringstücke gar keine separirten Gebilde, sondern meist bloß durch leistenartige Verdickungen oder furchenartige Einschnitte (hier innern Leisten entsprechend) unterscheidbare Abtheilungen, und das Gefasel von Schulterblättern,

*) Wenn man unter andern traditionellen Irrthümern in manchen zoologischen Handbüchern eine concentrirte Falterbrust verzeichnet findet, so rührt dies wohl nur daher, daß man die Schmetterlinge nur selten in ihrer Nacktheit sich vor Augen führt.

Schlüsselbeinen u. dgl. Dingen aus der alten terminologischen Rumpelkammer dürfte schon bald aufhören. —

Neben dem eben angedeuteten äußeren Lattenwerk des Brustgehäuses gibt es aber noch allerlei Fortsätze und Auswüchse, die man nicht übergehen darf. An erster Stelle nennen wir die schalen- oder taschenartigen Seitenanhänge der Vorderbrust, wie man sie am schönsten bei den Heuschrecken sehen kann (Fig. 52 sl). Was mögen diese zu bedeuten haben? Doch da geben uns die noch unausgewachsenen Schricken erwünschte Auskunft. Es finden sich hier nämlich ganz ähnliche Seitenlappen auch an der Mittel- und Hinterbrust (vF, hF) und aus ihnen gehen allmählig die Flügel hervor, so daß wir da gleichsam am jungen Thiere drei Paare von Flügelanlagen haben, wovon aber das vorderste unentwickelt bleibt. Noch deutlicher wird uns aber dieses Verhältniß nach Fritz Müller's schönen Untersuchungen an den jungen, an feuchten Orten lebenden Termiten. Hier sind die gerade abstehenden, beilförmigen Halsschildlappen von einem dichten Tracheennetze durchzogen und erinnern so vollständig an wahre Tracheenkiemen; sie verlieren sich aber später, wenn die Flügel zum Vorschein kommen, die aus ganz analogen Ausstackungen entstehen. Gewisse Insekten gestatten einen noch tiefern Einblick. Wir fanden neulich an einem Bachkiesel in der bekannten lustigen Gesellschaft der Libellenlarven eine etwa 3 mm. lange, lanzettliche Käferlarve, deren

Fig. 50.
Im Wasser lebende Larve eines Netzflüglers (Hydropsyche) von der Bauchseite. b1 Vorderbrust.

ganze Haut, gleich gewissen Nacktkiemern, über und über mit kleinen Hohlwarzen besetzt war. Die nach hinten allmählich sich verjüngenden, sonst aber ganz gleichartigen Rumpfringe verlängern sich beiderseits in unbewegliche mit relativ sehr langen und zarten Hautwarzen geränderte Taschen, die genau den Brustaussackungen der Termiten gleichen. Jene der drei beintragenden ersten Rumpf- oder Thoraxringe sind aber etwas größer als die folgenden. Die weiteren Folgerungen aus diesen Thatsachen überlassen wir dem Leser. Jedenfalls möchte unsere Wasserkäferlarve dem Stammvater der „Urflügler" näher kommen, als die Campodea, welche uns über die ersten Flügelanlagen keinen deutlichen Begriff geben kann. Die gewisse Schwanzgabel hat sie allerdings nicht, sondern dafür ein ganzes Bündel von Borsten, das sie aus dem Hintern hervorschnellt.

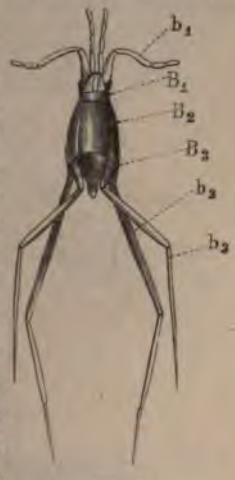


Fig. 51.
(Helobates Wüllerstorfii) von Rio Janeiro.

Eine allgemeinere Verbreitung als diese Seitenanhänge, die bei den geflügelten Kerfen nur auf die Vorderbrust beschränkt bleiben, wenn wir eben nicht die Flügel selbst nur als Homologa derselben auffassen, haben die rückwärtigen Verlängerungen der Rückenschilder. Bei schwächerer Entfaltung wie z. B. bei den Wanzen (Fig. 55) sind diese meist dreieckigen Fortsätze (pr1, pr2) gleichsam nur die Gelenksfalten überdachende Hautschuppen. Am größten pflegt der Processus des Halsschildes zu sein, der bei gewissen Zirpen (Fig. 54), Schricken und Käfern oft die Gestalt eines langen, breiten Dolches oder gar einer förmlichen Kapuze annimmt, welche nicht bloß die übrige Brust, sondern selbst den ganzen Hinterleib bedeckt und so,

ähnlich wie bei den Wasserkäfern und andern Krebsen, ein sternförmiges Dach oder ein zweites Gehäuse darstellt, das ihren Besitzern aus nahe liegenden Gründen gewiß nur erwünscht sein kann.

Dient schon in vielen Fällen der besprochene Processus der Vorderbrust auch zum Schutze der Flügelwurzeln und gelegentlich wohl auch als eine Art Druckhebel für dieselben, so erlangt speciell der Mittelbrustprocessus oder das Mittelschildchen eine hohe Bedeutung für eine gute Fixirung der

Fig. 52.
Brustkorb einer jungen Laubheuschrecke vergr. vF. hF Anlagen der Flügel, als den Seitenlappen (sl) des Halsschildes homologe Duplicaturen.

Deckflügel während ihres Ruhezustandes. Bei gewissen Wanzen, z. B. den bekannten großen Repräsentanten, die uns das Obst so unangenehm parfümiren, den Baumwanzen, verlängert sich das Mittelschildchen oft fast bis zur Hinterleibsspitze. Das Hinterschildchen dagegen springt besonders bei Insekten mit gestieltem Hinterleibe, z. B. bei gewissen Fliegen, Wespen u. s. w. wie ein Vordach nach hinten vor und scheint uns in dieser Form und Situation zum Schutz der

leicht verletzlichen, oft haardünnen Hinterleibswurzel ganz angemessen.

Dies sind die regelmäßigen Brustfortsätze, über deren Werth wir doch einigermassen eine Vorstellung haben. Aber wozu dienen die mannigfachen anderen Anhänge, die Stacheln, Zapfen, Dolche, Dorne, Kämme u. s. w., mit denen zumal die Brustplatte und der Halsschild figurirt?

Fig. 53.
Exotische Zirpe (Membracea foliata).

Dies ist eine der schwierigsten Fragen, so man dem Zoologen stellen kann. Manche dieser theils soliden, theils hohlen Chitinwucherungen mögen einfach nur Wachsthumserscheinungen, gleichsam Zeugen einer gewissen Ueberproduction von Chitinstoff sein. Andere mögen aber, nachdem sie einmal hervorgebracht worden, nach dieser oder jener Richtung, sei

Fig. 54.
Exotische Zirpe (Bocidia globularia).

es als Vertheidigungsmittel oder Angriffswaffen, sei es als geschlechtliche Zierrathen, von Vortheil geworden sein. Verhält

Fig. 55.

Längsschnitt durch das Hautsceket einer Wanze (Syromastes marginatus) vergr.

Zwischen Kopf und Brust eine zarte, dehnbare Gelenkhaut (ha), ebenso zwischen Vorder- (B1) und Mittelbrust (B2). Die Rückenplatten beider in einen Fortsatz (pr1, pr2) verlängert. Mittel- und Hinterbrustkammer durch eine Scheidewand (W) abgetrennt, ein kleineres Diaphragma (W1) auch vor der Mittelbrust, durch Einstülpung ihrer Wand gebildet.

es sich doch mit den bekannten horn- und geweihartigen Auswüchsen der Schädelkruste ganz ebenso.

Am allerbizarrsten sind aber diese Brustverzierungen bei den Zirpen, und wenn der Leser das in Fig. 53 abgebildete Kerf eines Blickes würdigen will, so mag es ihm wohl nicht unwahrscheinlich dünken, daß eine solche Thiererscheinung,

Fig. 56.
Rechte Hälfte eines ausgesottenen Hirschkäferpanzers von Innen.
B_2 Mitteldrust. Zwischen der vorderen und hinteren Einstülpung (W_2, W_3) der Hinterbrust (B_3) spannt sich ein Muskel aus. he Sehne des hintern Flügelhebers.

zwischen rankigen Zweigen festsitzend, von einem auf die Kerfjagd ausgehenden Vogel oder Reptil gar nicht für ein lebendes Wesen gehalten und daher *völlig unangetastet gelassen* wird. Gerade

dieser Fall zeigt uns aber, wo und wie wir die Erkenntniß der Insektenformen erwerben müssen. —

Was nun die Größe und Configuration der beiden Flügelbrustkammern anlangt, so hängt diese, wie begreiflich, von der Natur und Bedeutung der betreffenden Gliedmassen ab. Bei den Wanzen und Schricken z. B., wo Vorder- und Hinterflügel ziemlich gleich kräftig sind, zeigen auch die zugehörigen Brustgemächer (Fig. 55) eine ähnliche Beschaffenheit. Bei den Käfern dagegen (Fig. 56), wo die Vorderflügel oft, wie z. B. bei den Rosenkäfern, ganz passiv sich verhalten, d. h. selbst während des Fluges auf dem Hinterleibe liegen bleiben, bildet

Fig. 57.
Fächerflüglermännchen (Elenchus Walkerii Curt). Vergr.

die Mittelbrust (B_2) ein sehr beschränktes Gelaß, indeß die Hinterbrust, dessen kolossale Fleischmassen die großen Hautschwingen bewegen, sich weit nach hinten ausdehnt. Aehnliches zeigen auch die Fächerflügler (Fig. 57), wo die Mittelbrust mit ihren kurzen Flügelläppchen kaum zu erkennen ist.

Hingegen ist wieder bei den Ader-, Schuppen- und Zweiflüglern die Mittelbrustkammer die allergrößte, indem theils überhaupt nur Vorderflügel vorhanden sind, theils diese beim Fliegen die hinteren gleichsam in's Schlepptau nehmen, so daß zu ihrer selbständigen Bewegung relativ schwache Muskeln

genügen, welche dann auch mit einem engeren Raume sich behelfen können.

Wenn schon die einfachen Wandungen der Kopfkapsel nicht zulangen, um die diversen Muskeln der Kiefer, der Fühler und des Schlundes an sich zu befestigen, sondern zu dem Behufe ein mannigfaltiges Balkenwerk nothwendig wird, so mag man leicht ermessen, daß auch die einzelnen Brusthöhlen, deren Muskeln verhältnißmäßig so starke Gliedmassen zu bewegen und so kräftige Widerstände zu überwinden haben, keine einfachen, glatten Wände haben, sondern daß sowohl von der Decke, als vom Boden und den Seiten desselben allerlei Scelet-

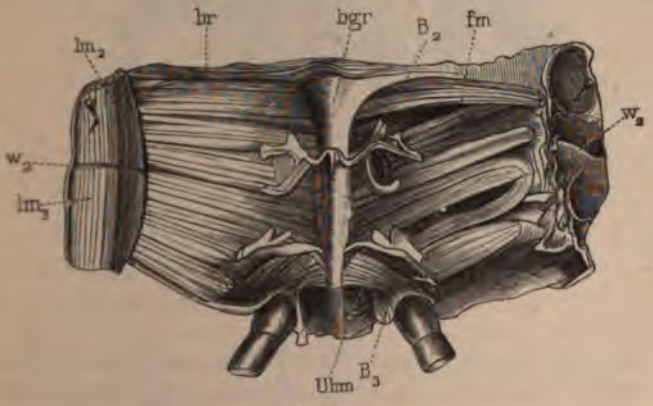


Fig. 59.
Flügelbrust der Wanderheuschrecke (Acridium tartaricum) vom Rücken geöffnet. bgr Bauchgrat. B_2, B_3 Querbalken zur Insertion der Hüftmuskeln (Uhm). b—r Bauch-Rücken- (Torsoventral-) muskeln, darunter (d. i. weiter nach Außen und rechter Hand) die eigentlichen Flügelmuskeln (fm), lm_2, lm_3 Längsmuskeln des Rückens, W_2 die Scheidewand zwischen Mittel- und Hinterbrust.

fortsätze in das Innere hineinragen, die wir nun in ihrer Beziehung zum Muskelsysteme uns etwas näher ansehen müssen. Mit dieser inneren Mechanik des Brustgebäudes gelangen wir aber, das darf zur *Entschuldigung* unserer lücken-

Fig. 18.

Schwimmkäfer (Dytiscus marginalis ♂) vom Rücken geöffnet.

Längs der Mitte des Bauches die Ganglienkette. B_1, B_2, B_3 die gabelförmigen Gebilde des ventralen Hautskeletes der Vorder-, Mittel- und Hinterbrust. vhm die vorderen Hüftmuskeln (Strecker der Ruderbeine). o Ober-, u Unterschenkel, t Fuß der letzteren. — ho Hoden, dr Anhangsdrüsen, r Ruthe. — a Kropf, b Kaumagen, c mit kräftigen Drüsen besetzter Mitteldarm, d langer Blinddarm, e Behälter des Sekretes der Afterdrüsen.

haften Darstellung wohl gesagt werden, zu einem Gegenstand, der, nachdem er von den älteren grundlegenden Insektenanatomen, namentlich von Lyonet, Strauß, Chabrier u. s. w. mit staunenswerthem Geschicke verfolgt worden, in neuerer Zeit, wo man sich immer mehr in das Kleinlichste verliert, fast gänzlich bei Seite gelassen wurde, so daß wir gerade über die Glanzpartie des ganzen Kerforganismus am schlechtesten unterrichtet sind.

Wenn man die Flügelbrust einer Wanderheuschrecke am Rücken aufschneidet und, wie dies Fig. 58 darstellt, die Lappen derselben auseinander schlägt, mit Nadeln auf einer am Besten mit Wachs ausgegossenen Glastasse fixirt und dann, unter reichlicher Bespülung mit Wasser die Weichtheile möglichst wegräumt, so gewahrt man längs der Mittel- und Hinterbrust eine kammartige Einstülpung der Chitinhaut, die wir aus gleich zu erörternden Gründen das Bauchgrat nennen. Aehnlich nämlich, wie das Rückenmark der Wirbelthiere dem knöchernen Rückgrate nach Oben sich anschmiegt, so liegt die Ganglienkette, das Nervencentralorgan der Kerfe auf besagtem Chitingrate (bgr).

Fig. 60.
Mittel- und Hinterbrustganglion (G_2, G) mit den zugehörigen Skelettheilen von der Werre (Gryllotalpa vulgaris).

Diese Analogie wird noch dadurch erhöht, daß von diesem Hautwulste sich gabelartige Fortsätze erheben, die, das Bauchmark zwischen sich fassend, an die oberen oder Neural-Bogen der Vertebraten-Wirbel erinnern.

Solcher Bauchgabeln hat der Brustkorb nun im Ganzen

drei, nämlich je eine in jedem Ringe. Die erste (Fig. 59 B_1), unmittelbar hinter dem Vorderbrustganglion, ist am Kleinsten — und kann leicht übersehen werden, weshalb es sich, sowie zum Studium der Chitinscelete überhaupt, empfiehlt, die Weichtheile durch Kochen in Kalilauge gänzlich zu entfernen. Beträchtlich größer ist die zweite (Fig. 58, 59 B_2); sie wird aber in der Regel weit überragt von der Gabel der Hinterbrust (B_3), die z. B. beim Schwimmkäfer bis an die Rückendecke sich erhebt und durch mehrere Querbalken verstärkt ist.

Wenn wir die Gabelfortsätze des Bauchgrates den Wirbelbogen verglichen, so ist dies in Bezug auf ihre Verwerthung im Haushalt des Brustkorbes keineswegs ganz richtig. Zur Fixirung und schützenden Umwallung des Nervenstranges sind nämlich meist anderweitige Vorkehrungen getroffen. So erhebt sich bei der Maulwurfsgrille zwischen der Mittel- und Hinterbrustgabel (Fig. 60), ein flacher, dornartiger Fortsatz (do), der an seinem breiten Grunde zwei Löchelchen trägt, durch welche die Verbindungsstränge des Mittel- und Hinterbrustganglions (G_2, G_3) hindurchgehen, während letzteres zugleich durch den überhängenden Fortsatz, von dem seitlich mehrere Muskeln entspringen, geschützt wird.

Die genannten Chitingabeln dienen dagegen in erster Linie als Ansatzstellen für die an der Bauchfläche gelegenen Hüftmuskeln und müßten daher den Schulter- oder Beckenknochen verglichen werden, wenn erstere Bezeichnung nicht schon anderwärts vergeben wäre!

Die erwähnten „Hüftmuskeln" lassen sich auf verschiedene Art zur Ansicht bringen. In Fig. 58 sind sie (u h m) von Innen aus zu sehen, wo man auch gewahr wird, daß sie zum Theile unmittelbar am Bauchgrate sich anheften.

Ein schönes Uebersichtsbild (Fig. 61) erhält man dadurch, daß man die früher künstlich locker gemachte Haut abträgt, das Kerf also gleichsam schindet. Hier sieht man nun, wie die

betreffenden im Ganzen flügelartigen Muskeln (uhm₂, uhm₃) in der Bauchmittellinie sich begegnen. Die Bestimmung dieser Faserstränge wird leicht erkannt, wenn man sie mit einer feinen Pincette in der Richtung ihrer Fasern anzieht.

Fig. 61.
Wanderheuschrecke (Acridium tartaricum) mit theilweise abgeschältem Hautscelet und bloßgelegter Brustmuskulatur.
b-r Bauchrückenmuskel, uhm₂, uhm₃ untere Hüftmuskeln der Mittel- und Hinterbrust, shm₁, shm₂, shm₃ seitliche Hüftmuskeln.

Das Bein wird dadurch nach Unten und Innen und je nach der Faserpartie, welche sich contrahirt, auch rückwärts bewegt.

Die weitaus kräftigste Entwicklung zeigen diese Muskeln an der Hinterbrust der Schwimmkäfer (Fig. 59 vhm) und mancher Wasserwanzen, wo sie *die langen* Ruder zu regieren

haben. Zu diesen für die Bewegung der Beine bestimmten Ventralmuskeln kommen dann, namentlich an der freigliederigen Brust noch mehrere z. Th. sich kreuzende Längsstränge hinzu, welche mit der Lenkung der Stammtheile selbst betraut sind.

Ungleich complicirter als die Musculatur der Bauchseite ist jene der Seitentheile, namentlich an den beiden Flügeldruseringen.

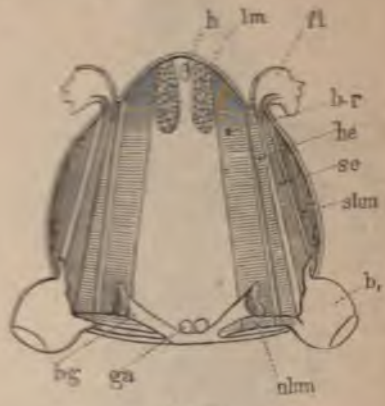


Fig. 62.
Querschnitt durch die Flügeldrust einer Heuschrecke (Stenobothrus).
fl Flügel, b Beine, h Herz, slm Beinheber, ulm Beinsenker, se Herabdrücker, he Heber der Flügel, b-r Bauchrückenmuskel, lm dorsaler Längsmuskel, ga Gangliencette. (Nicht schematisch).

Am Anschaulichsten werden uns die betreffenden Verhältnisse an einem quer durch die Brust geführten Schnitte einer größeren Heuschrecke (Fig. 62). Bauch-, Rücken- und Seitenplatte sind durch die Einfügung der Beine (b) und der Flügel (fl) gekennzeichnet.

Gehen wir nun von den Seitenwänden nach Innen, so haben wir nicht weniger als vier Muskellagen zu passiren, die, obwohl alle in derselben Richtung verlaufend, dennoch, je nach ihren Angriffsstellen, eine sehr verschiedene Wirkung haben.

Der Seitenwand zunächst liegt ein Muskel (s h m), der,

unterhalb der Flügel (fl) sich inserirend, zur Hüfte sich hinbegibt. Solcher seitlicher Hüftmuskeln gehören zu jedem Beine wenigstens drei, von welchen aber, da sie hintereinander folgen, am Querschnitt nur ein einziger getroffen wird. Am Besten sieht man letztere in Fig. 61. Der erste davon (shm₁), sowie die übrigen von flügelartiger Gestalt, zieht das Bein nach Vorne und Oben. Viel stärker und schön doppelt gefiedert ist der zweite (shm₂) oder mittlere. Der dritte oder hintere Seitenmuskel (shm₃), ein mehr cylindrisches Faserbündel, dient hauptsächlich nur zur Hebung des Beins.

Die folgenden oder inneren Muskellagen unseres Querschnittes fehlen an der Vorderbrust und schon daraus können wir schließen, daß sie zur Flugmaschine gehören.

Und so ist es auch. Die zwei äußeren Muskelsysteme (se und he) stehen mit den Flügeln in directer Verbindung, und zwar — wie dies später noch zu erörtern — dient der äußere (se) zum Herabziehen und der innere (he) zum Aufrichten, zum Heben der Fittiche. Mit ihrer Basis stützen sich diese strenge so zu nennenden Flügelmuskeln an die Seiten der Brustplatte.

Der innerste Muskel (b—r) unseres Querschnittes ist ein äußerst kräftiger Balken, der sich pfeilergleich zwischen der Rücken- und Bauchplatte ausspannt; daher auch der Name Bauch-Rücken- oder Dorsoventralmuskel. Seine Bestimmung liegt auf der Hand. Wenn er sich zusammenzieht, so wird die elastische und oft kuppelartig gewölbte Rückenplatte nach Unten gezogen, wobei — Genaueres später — die seitwärts angehängten Flügel die entgegengesetzte Richtung nehmen.

Gleichsam die Antagonisten der eben beschriebenen Seiten-Pfeilermuskeln sind die längsläufigen des Rückens, wie wir sie prächtig an dem Heuschreckenlängsschnitt in Fig. 63 sehen. Vorerst sind aber die dorsalen Einstülpungen der Sceletwand und zwar an den Grenzmarken der Brustringe zu beachten. Oft

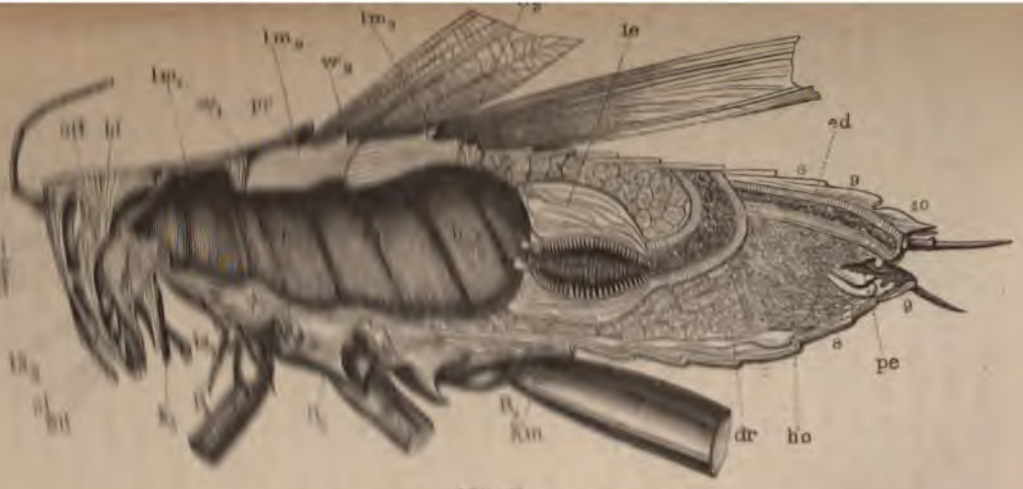


Fig. 92.

Längsschnitt durch einen Laubheuschrecke (Locusta viridissima L.).

[illegible] Stirne, [illegible] Oberlippe, ko Unterlippe, zu Zunge, schr Schlundrohr, kr Kropf, [illegible] oberes, [illegible] unteres Schlundganglion, B_1, B_2, B_3 Brustganglien, [illegible] Eierstöcke, Penis samt Tasche. — lm: Längsrückenmuskeln der Vorder-, [illegible] Bauchmuskeln, [illegible] Seitenmuskeln schimmern durch die Wand des Kropfes durch.

sind es förmliche Querscheidewände, sog. Diaphragmen, gebildet durch eine Verlängerung und Erhärtung der Gelenksfalten. Zwischen ihnen spannen sich nun ebenso viele Muskelpfeiler (lm_1, lm_2, lm_3) aus. Der bezügliche Vorderbrustmuskel (lm_1) ist wenig entfaltet, desto mehr aber die zwei Anderen; der handgreiflichste Beweis wieder, daß auch sie zur Flugmaschine gehören. Zum Durchtritt des Röhrenherzes sind alle drei Querwände mit einem Vertikaleinschnitt versehen, d. h. in zwei Hälften gespalten und demgemäß zerlegen sich auch die Muskeln in zwei symmetrische Packete, die Fig. 62 (lm) im Querschnitt zeigt.

Bei den meisten übrigen Kerfgruppen findet eine Reduction oder auch eine Verschmelzung dieser Rückenmuskel und desgleichen der Diaphragmen statt, und zwar so, daß bei den Wanzen und Schmetterlingen nur die Mittel- und bei den Käfern nur die Hinterbrust damit versorgt ist. Die Concentration des ganzen Systems (Fig. 64 l) ist den Zwei- und Hautflüglern eigen, wo es sich zwischen der Vorder- (w_1) und Rückenwand (w_3) des buckeligen Brustgehäuses ausspannt.

An dem früher besprochenen Querdurchschnitt durch einen Heuschreckenthorax sahen wir doch einen ziemlich beträchtlichen Mittelraum, der nicht von Muskeln, sondern vom Darm und dessen Drüsenanhängen eingenommen wird. Durchschneiden wir dagegen den gehärteten Flügel-Brustkorb einer Biene oder Fliege, so haben wir gleichsam nur eine einzige große Fleischmasse vor uns, in der nur oben am Rücken für das dünne Röhrenherz, und unten für die Ganglienkette und das dünne Speiserohr ein kleiner Raum übrig bleibt, umgeben von größeren und kleineren Luftbehältern, welche sich auch in zierlichen Reihen zwischen den einzelnen Muskelbalken hineinzwängen. Die Größe dieser querdurchschnittenen Muskelmassen giebt natürlich den besten Maßstab für die Arbeitsleistung der Flügel ab.

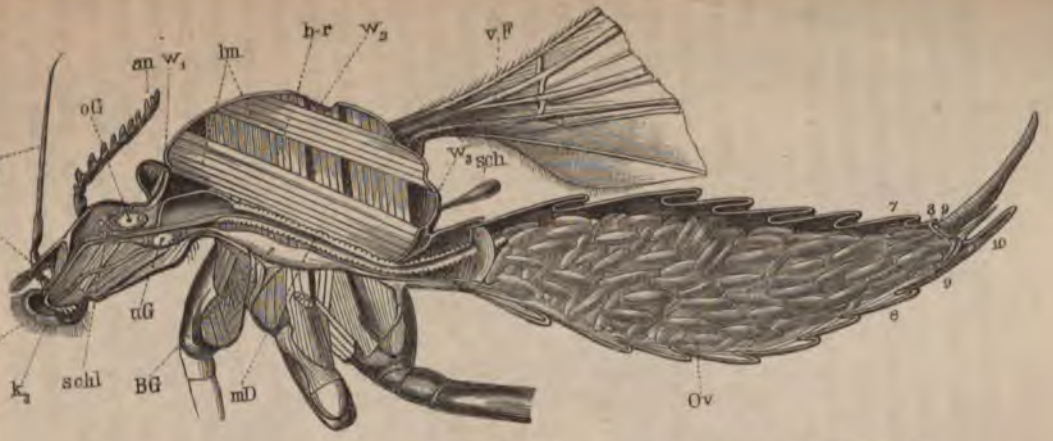


Fig. 64.

Längsschnitt einer Wiesenschnacke. a sog. Saugadersystem der wulstigen Unterlippe scheinbar in das Schlundrohr übergehend. mD Speiserohr. oG oberes, uG unteres Schlundganglion. BG Brustganglion. Hinterleib ganz mit Eiern angeschoppt. vF Vorderflügel, sch Schwingkölbchen. lm Längs-, b-r Seitenmuskellagen.

Hinterleib.

Die scharfe Sonderung oder Individualisirung des Kerforganismus in drei Abschnitte, von welchen jeder im allgemeinen Körperhaushalt seinen bestimmten Wirkungskreis besitzt, bringt es mit sich, daß man es den Insekten in der Regel schon äußerlich anmerkt, worin sie ihre Hauptstärke haben, worauf ihre Thätigkeit, ihre Energie vor Allem gerichtet ist.

Sehen wir uns nur nachstehende zwei Kerfe an. Beim einen, einem Hautflügler (Fig. 65), macht der Brustkorb mit seinen langen Beinen und mächtigen Schwingen die Hauptsache aus; der Hinterleib dagegen ist gleichsam zu einem bloßen Rudiment geworden. Die ganze Organisation deutet also hier auf einen energischen Ortswechsel hin. Das gerade Gegentheil hat beim Maiwurm (Fig. 66) statt. Hier ist fast Alles Bauch, Futtersack und nur ein ganz nothdürftiger Motor zu seinem Transporte vorgespannt.

Fig. 65.
Evania appendigaster L. Hi Hinterleib.

Der weitläufige Meloë-Hinterleib eignet sich aber gerade vortrefflich dazu, um das Wesen dieses Abschnittes verstehen zu lernen. Der beim ersten Anblick einförmige Sack setzt sich aus sieben ziemlich harten, rippenartigen Gürteln zusammen, welche durch zartere Hautstreifen aneinander geheftet werden.

Bei Thieren, die längere Zeit fliegen müssen, sind aber letztere nicht fähiger, sondern vielmehr unbeholfen eingeschlagen. Aber nicht blos der Länge, auch der Dicke nach ist der Bauch einer beträchtlichen Ausdehnung fähig. Die Hinterleibssegmente sind nämlich keine allenthalben gleich dicken oder continuirlichen Ringe, sondern bestehen aus einer relativ starren Bauch- (Fig. 66 B₁₋₄) und Rückenschiene (R), die seitlich durch eine dünne Membran (s) beweglich mitsammen verknüpft sind. Es ist dies im Grunde bestehen also dasselbe Princip, wie an unserem Brustkorbe,

Fig. 66.
Meloë proscarabaeus. Hinterleib ein geräumiger, schwerer Sack. Auf den seitlichen Gelenkshäuten (s) die Luftlöcher. rü₁ Vorder-, rü₂ Mittel-, rü₃ Hinterrücken. rF Vorderflügel. 1—7 Hinterleibsringel.

wo ja gleichfalls starre Theile (Brustplatte, Rückenwirbelsäule) mit beweglichen und dehnbaren Knochen- und Knorpelrippen verbunden sind.

Hinsichtlich dieser seitlichen Gelenkshäute gilt aber genau dasselbe, wie betreffs der die Ringe der Länge nach verkettenden Zwischenbänder; sie dehnen und falten sich ganz nach dem jeweiligen Füllungszustande der Gedärme und Geschlechtsdrüsen, die eben im Hinterleibe ihren Platz haben.

Das Insektenabdomen ist aber nicht bloß ein sehr dehnbares Behältniß für das aufgespeicherte Futter und die Ge-

schlechtserzeugnisse, sondern spielt auch eine und gerade für die äußerst beweglichen Kerfe hochwichtige Rolle als Athmungsmaschine.

Darüber, daß die Insekten hauptsächlich mit dem Bauche respiriren, was wir bekanntlich mehr ausnahmsweise zu thun pflegen, braucht sich aber der Leser nicht zu verwundern. Eine einfache Ueberlegung, daß nämlich der Brustkorb, der zudem ja schon in anderer Weise engagirt ist, hiefür zu wenig Raum und Elasticität bietet, sagt uns sogleich, daß einzig und allein nur der Hinterleib mit seinem ungemein dehnbaren Rippensysteme diesem Zwecke entsprechen kann.

Fig. 66*.
Dasselbe Thier der Länge nach durchschnitten, um den kolossalen Umfang des Mitteldarmes (mD) zu zeigen. sch Schlundrohr. eD Enddarm.

Daran sehen wir aber zugleich, wie unglücklich man bei der Benamsung der Kerf-Haupttheile gewesen ist, indem das Insekt nicht bloß das Herz oben, sondern auch die Brust hinten hat.

Jetzt erkennen wir auch die eigentliche Bestimmung der seitlichen Gelenkshäute. Durch sie wird der ganze Hinterleib gleichsam in zwei starre Platten oder Halbröhren, eine obere und untere zerlegt, die durch zwei seitliche, dünne Hautstreifen zu einem Ganzen vereinigt, wie die beiden Bretter eines Blasebalges gegen einander bewegt werden. Daß dieß aber

behufs der Luftumwechslung wirklich geschieht, können wir bei verschiedenen Insekten mühelos beobachten. — Wenn man einem frisch entpuppten Maikäfer die Flügel aufhebt, oder, um es bequemer zu haben, abschneidet, so bemerkt man, wie die abdominale Rückenplatte, welche seitlich durch eine zarte Membran mit dem starren, kahnförmigen Bauchtheile zusammenhängt, rythmisch auf- und niedergeht, während z. B. bei den Libellen und Heuschrecken, wo der Bauchtheil der weichere und nachgiebigere ist, das Umgekehrte geschieht und zugleich die Flanken einander genähert oder gar nach Innen gestülpt werden. Diese Bewegung erfolgt aber meist nicht gleichzeitig den ganzen Hinterleib entlang, sondern folgeweise, indem sie sich wellenförmig von einem Gürtel, gewöhnlich dem vordersten oder mittleren, auf die übrigen fortpflanzt und so an den niederen Zustand der Würmer gemahnt.

Fig. 67.
Hinterleib der Wanderheuschrecke.
rü. Rücken-, bauc. Bauchschienen durch eine nach innen gegangene dünne Hautfalte verbunden. c. rippenartige Seitentheile.

Untersuchen wir nun zunächst den Muskelmechanismus, der die angedeuteten Bewegungen hervorbringt.

Fig. 67 zeigt den abgeschnittenen Hinterleib einer Wanderheuschrecke. Man erkennt namentlich mit Zuhilfenahme eines vergrößerten Querschnittes (Fig. 68) die Rücken- (fak) und die Bauchschiene (lm), sowie die seitlich eingeschlagenen Gelenksfalten.

In Fig. 69 ist das Abdomen im ausgebreiteten Zustand dargestellt und zwar so, daß der mittlere Streifen (a) der Bauchseite entspricht, während die abseits gelegenen die Seitenhälften der mitten durchgeschnittenen Rückenpartie vorstellen. Das ganze System der Hautmuskeln ist leicht zu überblicken: es sind solche, die der Länge (rlm) und andere, die der Quere nach verlaufen (b—r). Erstere haben wir in ihrer Anordnung

und Wirkungsweise schon in der Einleitung kennen gelernt. Sie bilden eine den Hautreifen genau angepaßte Reihe separater Muskelgürtel, die, an den eingeschlagenen Gelenksfalten angreifend, die Ringe ineinanderschieben.

Es sind indeß sowenig wie die Chitinsegmente selbst ununterbrochene Reife, sondern zerfallen in eine Rücken- (rlm) und in eine Bauchplatte, oder richtiger in deren zwei, indem längs der dorsalen und ventralen Mittellinie die Muskellage unterbrochen ist, hier zur Aufnahme der Ganglienkette, dort zur Einsenkung des Rückengefäßes.

Die queren Muskel (b—r), wovon hier jedes Segment ein Paar besitzt, steigen (vgl. Fig. 68 ki), die Längsmuskeln durchkreuzend, von der Rücken- zur Bauchplatte herab, wobei sie sich gegen die Angriffslinie hin flügelartig ausbreiten. Ihr Effect ist an der Hand der letztcitirten Figur zu ermitteln. Contrahiren sie sich nämlich, so wird das an den seitlichen, Gelenkshäuten, wie an Tragbändern aufgehängte Bauchplattensystem in die Höhe gehoben. Diese Muskeln im Verein mit den längsläufigen präsentiren also ein vielgliederiges Compressorium, einen wahrhaftigen Schnürleib, der das vielrippige Bauchintegument von allen Seiten packt und mit großer Gewalt zusammenzieht. Die nächste Folge dieser, theils nur nach der Vertikal-, theils auch nach der Längsaxe des Körpers erfolgenden Zusammenschnürung ist aber offenbar die, daß die

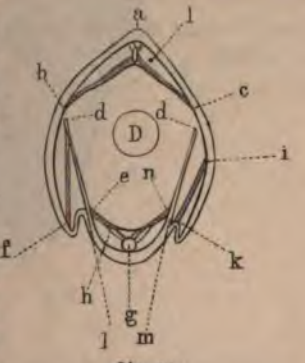


Fig. 68.
Querschnitt durch diesen. fa k Rücken-, lm Bauchschiene. a Herz am Rücken aufgehängt, bc muskulöses Rückenzwerchfell. d rippenartige Fortsätze des Hautscelettes. d f, i k Ex- und Inspirationsmuskel. g Ganglienkette. en muskulöses Bauchzwerchfell. D Darm.

in Verbindungen [illegible] Luft durch die seitlichen Oeffnungen oder Stigmen (Fig. 72 II) hervorgepreßt wird.

Da, wie wir hinzufügen werden, die eigentlichen luftführenden Räume, nämlich die Tracheen, selbst nur Einstülpungen der in höherer Grade elastischen Körperhaut sind, so können wir vorläufig das ganze Athmungsorgan als einen einzigen elastischen Schlauch betrachten, der theils durch die Ringf-, theils durch die Ringf-Muskeln der äußeren Haut von Zeit zu Zeit zusammengezogen und entleert wird. Sobald aber der Erregungszustand

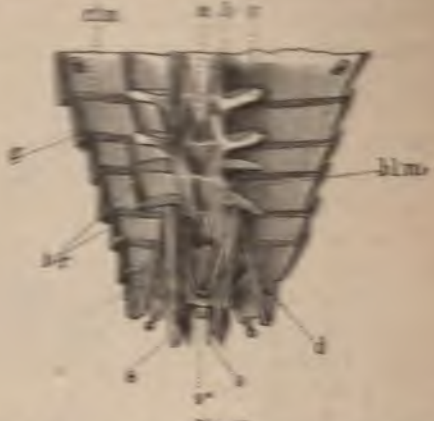


Fig. 69.

Hautmuskelmantel des Hinterleibes einer Wanderheuschrecke. a m Längslaufende Muskeln, b Längslaufende Bauchmuskeln. b-c Dorsal oder lateral Muskeln. Hinten Doppelgänge, um Gruben zum Wiegen der Eier aufzubauen. d Der zugehörige Muskelapparat.

dieser Muskeln nachläßt, dehnt sich der elastische Schlauch von selbst wieder aus und wird so zum Saugrohr, das frische Luft von Außen an sich zieht.

Der Athmungsmechanismus wirkt also im Ganzen gerade umgekehrt, wie an unserm Thorax, wo die Exspiration ein vorwiegend passiver Vorgang ist.

Nachdem wir soweit sind, nehme der Leser neuerdings den Querschnitt in Fig. 68 vor. Da sieht er sowohl an der Rückenseite unter dem Röhrenherz (a) als an der Bauchseite, über der Ganglienkette (g) eine in der Mitte sehnige, an den seitlichen Theilen aber muskulöse oder contractile Haut (b c und e n), gleichsam zwei Zwerchfelle, welche an den Seiten der Rücken-, resp. der Bauchschienen sich mit zipfelartigen Verlängerungen fixiren und so, wie man sieht, gewissermassen einen zweiten, inneren Muskelschlauch, bez. Muskelring bilden. Zieht sich dieser innere Muskelring zusammen (Fig. 70, 71), so wird offenbar der zwischen ihnen liegende Mittelraum des als Athmungshöhle betrachteten Abdomens verengert und sein Inhalt, beziehungsweise also auch die

Fig. 70 innere Bauchpresse im schlaffen, Fig. 71 im contrahirten Zustand, wobei die gewölbartigen Zwerchfelle (Z) sich abflachen.

Fig. 72.
Schema eines querdurchschnittenen Flügelleibes. fl Flügel, b Beine, h Herz, bm Bauchmark, d Darm, an den Seiten die Luft- oder Athemlöcher ll, daraus entspringend die nach innen baumartig sich verzweigenden Luftröhren.

Luft der in diesem Theil gelegenen Tracheen durch die seitwärtigen Luftlöcher z. Th. entleert. Wir sagen z. Th., weil ein anderer, von dem abgesehen, welcher im Tracheennetz zurückbleibt, von den sich gleichzeitig ausdehnenden Luftröhren außer-, resp. ober- und unterhalb dieses innern Compressoriums

angehängt wird, indem ja alle größeren Stämme des ganzen Netzes mit einander communiciren. Durch letztere Darstellung, wie sie jüngst von Dr. Wolf gegeben wurde, darf man sich aber nicht irre machen lassen. Es sind, soweit man sich nur an den anatomischen Befund hält, zwei Fälle möglich. Entweder wirkt die innere „Bauchpresse" gleichzeitig und also auch im gleichen Sinne, wie die äußere, oder abwechselnd mit dieser. Im ersteren Fall kann sie aber keine größere Verengerung der Gesammt-Lufthöhle herbeiführen, als das äußere Compressorium und ist sonach für die Gesammt-Expiration überflüssig. Im letzteren Falle aber würde sie offenbar zum Widersacher der äußeren Presse werden.

Fig. 73.
Eierlegende Schlupfwespe.

Die innere Presse kann also nur eine Dislocirung, eine gewisse Circulation der Luft innerhalb des Tracheennetzes herbeiführen, niemals aber das regelmäßige Aus- und Einathmen bewirken. Wir werden aber hören, daß die erwähnten Zwerchfelle wahrscheinlich eine andere Bedeutung haben.

Ausnahmsweise werden aber doch auch bei Insekten besondere Kräfte aufgeboten, die dem natürlichen Ausdehnungsbestreben des aus der Muskelumklammerung sich losmachenden Hautschlauches zu Hilfe kommen. Man merkt es aber sogleich, daß die Herstellung der betreffenden Inspirationsvorrichtungen der Natur große Mühe verursachte, weil die ganze Beschaffenheit des abdominalen Hautpanzers einer derartigen Accomodation auf den ersten Blick fast unübersteigliche Hindernisse in den Weg legt. Auch zu dem Zwecke ist unsere

Fig. 74.
Gallwespe ♀ (Mandorstjerna). schi Schildchen der Hinterbrust. 1 Erstes, 2 zweites Hinterleibssegment, le Legeröhre gestützt durch eine Rinne, r stäbchenartige Auswüchse des Rückens. Vergrößert.

Schnarrheuschrecke gut zu gebrauchen. Von den Rändern der einzelnen Bauchschienen erheben sich seitwärts je ein Paar gabelartige Fortsätze, bestehend aus einer horizontalen Zinke (Fig. 89 b) und einer in die Höhe strebenden Platte (c). Letztere sind die für uns wichtigeren Stücke. Sie schmiegen sich (vergl. 67 c), gleich den Rippen eines Schiffbauches, an die Seitenwände der Rückenschiene an, wie dies, etwas vereinfacht auch am Querschnitt (Fig. 68 d e) ersichtlich ist. Denkt

man sich nun durch die vorbeschriebenen Exspirationsmuskeln den Hinterleib seitlich zusammengepreßt, und daher auch die elastischen Spangen nach innen gedrückt, so suchen diese federnden Platten selbstverständlich wieder in ihre Ruhelage zurückzukehren, wobei sie die ihnen im Wege stehenden Seitenwände auseinander drücken. Sie thun dies aber mit verdoppelter Kraft, weil sie mit einem allerdings mechanisch höchst unvortheilhaft situirten Muskel d f in Verbindung stehen, der, von ihrer Spitze (d) ausgehend am unteren Seitenrand der Rückenschiene (f) sich anheftet. Die Zugkraft dieses Muskels gibt aber eine kleine Komponente, die senkrecht auf die Seitenwände gerichtet ist.

Erinnern wir uns, daß im Brustkorb ganz ähnliche Hautrippen wie die eben besprochenen vorhanden sind und zwar als Stützflächen für die Muskeln der äußeren Hebel, der Beine nämlich, so ist es gewiß interessant wahrzunehmen, daß die homologen Gebilde des Hinterleibes sozusagen als interne Gliedmaßen, nämlich als Druckhebel in Verwendung stehen.

Das vielgliedrige Kerfabdomen mit seinen elastischen Rippen, Bändern und Muskeln ist aber nicht bloß ein ausgezeichneter Athmungsmechanismus, ein respiratorischer Schnürleib, er figurirt als ein hochwichtiger Bewegungsapparat überhaupt. Gegenüber dem starren Kopf und Mittelkörper steckt in ihm gewissermaßen noch die primäre Wurmnatur, und bei vielen Kerfen stellt er gleichsam einen einzigen wunderbaren Hebel dar, mit dem anscheinend die schwierigsten Arbeiten wie spielend abgethan werden, und der, worauf man so selten denkt, auch für die Verdauungsthätigkeit von größtem Belang ist. Wer denkt dabei nicht an die Krümmungen des Hinterleibes bei den Ohrwürmern, Kurzflüglern, sowie an die merkwürdige Manipulation der Lilienkäferlarve, die sich ohne Hände, und ausschließlich nur mit Hilfe des Abdomens, den eigenen weichen Koth auf den Rücken ladet?

Und welche wunderlichen Verdrehungen führen nicht die Libellen, die Wespen u. s. w. aus, ja ist das Schlupfwespenabdomen (Fig. 73) nicht in der That einem vielgliedrigen Finger zu vergleichen?

Eine solche schwanzartige Beweglichkeit des Kerfabdomens ist aber meist nur dort möglich, wo der Hinterleib durch einen tiefen Einschnitt vom mittleren, dem Thorax, abgesondert ist. Aus dem Grunde sind die mehr massiv gebauten Käfer, die Wanzen, Gerad- und die meisten Netzflügler und Springschwänze als relativ niedriger organisirt zu betrachten, weil hier, gleich wie bei den Larven, zwischen Brust und Abdomen keine scharfe Separation besteht, sondern letzteres, wie man zu sagen pflegt, dem Thorax ansitzt.

Fig. 75.
Sandfloh ♀ Sarcopsylla penetrans. Berg.

Ausnahmsweise ist aber der Natur nach langen Versuchen auch bei diesen Gruppen die höhere Bildung gelungen, wie denn z. B. ein südamerikanischer Käfer, Sphecomorpha, durch seinen langgestielten Hinterleib an eine Sandwespe erinnert.

Aber welche Mannigfaltigkeit der äußeren Gestaltung bietet uns das Kerfabdomen im Besonderen dar! Man betrachte den oft mehrere Zoll langen gertenförmigen Hinterleib eines Mecistogaster, einer exotischen Art von Libellen, die bekanntlich auch bei uns durch die schlankste Taille sich auszeichnen, oder eine der riesigen neuholländischen Stabheuschrecken, und stelle nun neben diese magern und hagern Gestalten einen vollgesaugten Sandfloh (Fig. 75), oder die Zirpe in Fig. 76, deren einzelne Leibesringe zu einem einfachen dornigen Sacke, zu einem wahren Spinnenabdomen, verschmolzen sind. Man vergleiche

ferner, um nur die auffallendsten Extreme sich vorzuführen, des messerartig zusammengedrückte Abdomen gewisser Gallwespen (Fig. 74) mit dem Hinterleib eines „wandelnden Blattes."

Die Normalzahl der Hinterleibsringe, haben wir oben gehört, stellt sich auf 10 oder 9. Bei manchen erwachsenen Kerfen sieht man aber oft weit weniger. Dies kann einen doppelten Grund haben. Fürs Erste sind, z. B. bei den Fliegen, Zirpen und Käfern die letzten zwei oder drei Abdominalringe fernrohrartig nach Innen gezogen und fungiren bei den Weibchen als Legeröhre, bei den Männchen als mehrgliedriges Ruthenfutteral, das man aber leicht sehen kann, wenn man den Hinterleib stark zusammendrückt.

Fig. 76.
Erotische Zirpe.
(Membracis elevata).

Es kommen aber auch Verschmelzungen einzelner Segmente zu größern Reisen vor. Von den Aderflüglern wissen wir schon, daß bei der definitiven Sonderung der Larvenringkette während des Puppenzustandes der vorderste Abdominalring häufig zum Mittelleib gezogen wird, ähnlich wie bei der Meloë (Fig. 66) die Höhle der Hinterbrust dem erweiterungssüchtigen Bauche anheimfällt.

VI. Kapitel.

Mechanik der Gliedmaßen.

Fühler (Gliedmaßen der Empfindung).

Der Anlage am Embryo nach erweisen sich die Fühler (Fig. 1 an) als paarige Ausstülpungen an der Unterseite des

ersten der vier Kopfsegmente, welches auch die großen Netzaugen trägt und das Gehirn in sich schließt. Beim selbstständig gewordenen Kerf aber sitzen sie, bald, wie bei den meisten Fliegen und Wespen, stark genähert, bald in größerer Distanz von einander, an der Ober- beziehungsweise an der Vorderseite des Kopfes, unterhalb der Stirn und zwischen den Augen und erscheinen gewöhnlich gegenüber den Mundgliedmaßen nach hinten gerückt, indem letztere, welche ihrer Entstehung nach den Fühlern folgen müßten, aus nahe liegenden Gründen am Kopfe sich hervordrängen und so den vordersten Platz einnehmen. Bei den Larven sind die Fühler im Allgemeinen sehr wenig entwickelt. Oft nur in Gestalt von warzenartigen und ganz unbeweglichen Erhebungen der Kopfkruste, die mit einem Gehirnnerv in Verbindung stehen, welcher an einem haarartigen Aufsatz zu endigen pflegt. Das sind Bildungen, wie wir sie vornehmlich zum Zwecke des Tastens und der Orientirung über die Beschaffenheit des umgebenden Mediums überhaupt auch an andern Leibestheilen weit verbreitet finden. Auch bei völlig entwickelten Insekten kennt man Antennen, welche, als Ganzes betrachtet, weiter nichts als ein einziges Haar zu sein scheinen. Wir denken hiebei an die kurzen zarten Fühlerborsten der Libellen und Cicaden, die der Leser wohl aus eigener Anschauung kennt, sowie an jene der kurzhörnigen Zweiflügler, wo indeß das Antennenhaar auf einem eigenen Träger ruht (Fig. 77 T U). Indessen sind gerade diese Antennen keine Tastwerkzeuge im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes.

Während die Endborste der Dipterenantennen in der Regel ungegliedert bleibt, setzt sich die ihr äußerlich gleichende Fühlerborste der Libellen und Cicaden stets aus mehreren Theilen zusammen, und so wird man die Kerfantennen durchgehends gebildet finden. Es sind also dem allgemeinsten Typus nach langgestreckte, gegen die Spitze zu sich verjüngende Hautröhren,

zusammengesetzt aus einer unterschiedlichen Anzahl bald kürzerer, bald längerer starrer Cylinder oder Trichter, welche in ganz analoger Weise wie die Segmentstücke des Stammes durch dünne Zwischenhäute und Muskeln gelenkig verknüpft sind.

Die leichte Beweglichkeit dieser langen Gliederketten rührt aber in erster Linie von ihrer freien Einlenkung her. Diese vermittelt ein wohlabgerundeter Kopf (Fig. 88*), der in einer pfannenartigen Aushöhlung der Schädelkruste sitzt. Mehrere Muskeln (m), im Umkreise des Gelenkskopfes entspringend, gewähren dem Fühler einen um so weiteren Spielraum, je seichter die Gelenkspfanne ist.

Die Beweglichkeit der Fühler steht bis zu einem gewissen Punkte in geradem Verhältniß zu ihrer Länge. So erscheinen uns die Fühlerborsten der vorgenannten Kerfe meist wie starre in die Luft hinaus ragende Spitzen, währenddem die langen Antennen der Böcke, der Schaben, der Heuschrecken u. s. w. bald vor- bald rückwärts, bald zur Seite oder vertikal in die Höhe gerichtet werden.

Merkwürdig sind die Fühler der Schlupfwespen, sie befinden sich in einem ununterbrochenen Stadium tremens. Daß die Kerffühler auch für rein mechanische Verrichtungen, zumal für die Gleichgewichtserhaltung beim Ortswechsel gelegentlich von Bedeutung werden, lehren uns die Bockkäfer. Sie hantiren damit, indem sie über einen dünnen Zweig marschiren genau so, wie der Seiltänzer mit seinen Balancirstangen.

Diejenigen aber, welche eine solche Nebenfunktion für die einzige halten und welche den Kerfantennen nicht viel Empfindung zutrauen oder sie gar zu „leicht entbehrlichen Kopfanhängseln" degradiren, mögen denn doch einmal einen Fühler aufschneiden. Sie werden sich dann überzeugen, daß diese zusammengestückelten Chitinröhren nur die Hülsen für den dicken Nervenstamm sind, der aus einem eigenen vielkernigen

Lappen des Gehirns kommend, an gewissen ganz eigenthümlich beschaffenen Stellen des häutigen Futterals, sich endigt.

Wenn wir also die Leistungen dieser Organe auch nicht genauer detailliren können, so beweist doch schon der angedeutete anatomische Befund, daß es Sinnes- oder Perceptivorgane ersten Ranges sind, der Lage nach im Allgemeinen dazu bestimmt, von den mannigfachen Zuständen des Mediums, in welches sie, gleichsam als vorgeschobene Orientirungsposten des Sensoriums, hineinragen, Erkundigungen einzuziehen. — Eine hohe Bedeutung haben die Fühler aber offenbar auch zur gegenseitigen Verständigung der Kerfe untereinander, zur Verdollmetschung ihrer vielfachen Triebe und Wünsche, welche sie den zu verständigenden Arbeits- und Spielgenossen eben durch die „telegraphische Sprache" dieser Organe kundthun.

Sind denn aber die Fühler nicht die allervariabelsten Werkzeuge des Kerforganismus und ist es also wahrscheinlich, daß ein Organ unter so wechselnder Gestalt dennoch immer dasselbe leistet, und was mögen alle diese höchst seltsamen Modificationen zu bedeuten haben? Warum streckt sich der Laubheuschreckenfühler zu einem langen oft mehr als hundertringeligen Faden aus, während jener von Articerus und Paussus (Q) eine kurze, oft nur eingliedrige Keule darstellt? Warum bleiben bei den einen die Theilstücke der Antennen einfache ineinandergesteckte Cylinder und Trichter oder gleich einer Perlenschnur aneinander gefädelte Kügelchen, während sie bei andern, seitlich hervorwachsend, zu den Zähnen eines Kammes oder einer Säge werden? Welchen speciellen Werth mögen ferner die schwert-, die kolben-, die gabel-, die geweih-, die fächer- und die peitschenartigen Antennen haben, und wozu sind die Fühler gewisser Mücken mit den zierlichsten Haarkronen und Federquirln besetzt? —

Eins dürfen wir nicht vergessen. Manche Kerfe (Musciden, Byrrhus, Cryptocerus, Belostoma, Gyrinus u. s. w.)

Fig. 77. (Erklärung s. S. 121.)

Fühlerformen von Insekten. A Bockkäfer, B Blatta, C (perlschnurförmig), D (schwertförmig) Tryxalis, E Prionus, F Ctenocerus, G Hirschkäfer, H Hybalus, I Maikäfer (Mel. fullo), K Silpha, L (geknöpft) Lethrus, M Ctenophora, N Corethra, O Saperda plumigera, P Xenos vesparum, Q Articerus (eingliedrig), R Paussus, S Stigia, T und U Borstenfühler von Dipteren, V Eucoryphus Brunneri, W Claviger faveolatus, X Enoplium alcicorne (geweihartig), Y (kolbenförmig), Z Parnus prolifericornis, α gabelig, β Otiocerus, γ Curculio (geknie t und knotig).

schützen und verbergen ihre Fühler im unthätigen Zustand theils in besonderen, bald rinnen- bald büchsenartigen Aushöhlungen der Schädelkruste, theils vermittelst eigener Anhangslappen. Sie ziehen ihren Fingern, wenn wir so sagen

Fig. 78.
Kopf einer Fliege (Diopsis sulfasciata Illig). An Facettaugen, an Fühlerborste. st gemeinsamer Fühler- und Augenstiel.

dürfen, einen Handschuh an, während die Schnecken bekanntlich ihre Fühlfäden durch Einstülpung einfach in der Haut verschwinden lassen.

Da wir schon der Schneckenfühler erwähnten, von welchen, wie Jeder weiß, das vordere Paar an der Spitze die Augen trägt, so müssen wir den Leser doch daran erinnern, daß auch gewisse Gliederfüßler, nämlich die Krebse, bewegliche, wenn auch nicht einziehbare Stielaugen tragen, und daß bei manchen Fliegen (Fig. 78) eine ähnliche Vergesellschaftung vorkommt, indem Augen und Fühler auf einem gemeinsamen Träger stehen.

Mundwerkzeuge.

Das Studium der Kerfmundtheile ist nicht bloß von außergewöhnlichem Interesse für den Physiologen, der da theils

zur Aufnahme des flüssigen, theils zur Zerkleinerung und Zerlegung des festen Nährmateriales eine Reihe der merkwürdigsten und gelungensten Vorrichtungen gewahr wird, es hat eine eingehendere Betrachtung dieser Werkzeuge noch mehr Anziehendes für den vergleichenden Anatomen, der, in Erwartung, daß so verschiedenen Zwecken dienstbare Apparate auch nach ganz verschiedenen Principien aufgebaut sein müßten, dennoch, bei sorgsamer Vergleichung größerer Bildungsreihen, Alles

Fig. 79.

Mundtheile von Mantis. ol Oberlippe, k_1 Oberkiefer, k_2 Unterkiefer mit den Tastern ta_2, k_3 Unterlippe mit den Tastern ta_3, ke Kehle, m Schlundöffnung.

aus dem gleichen Materiale, aus denselben Ur- und Grundbestandtheilen hergestellt findet. — Der uhrfederartige Rollrüssel des Falters, der gelenkige Schnabel der Wanze, der Stechrüssel der Bremse, und alle die anderen saugenden und leckenden Mundeinrichtungen sind, wie zuerst Oken erkannt und später Savigni nachgewiesen, keine Neubildungen, keine Separatschöpfungen, sondern Nichts als Modificationen, als mehr oder minder weitgehende Abänderungen und Umgestaltungen des

schon aus der Einleitung her bekannten Kiefermaterials der Kaukerfe.

Hier müssen wir uns aber zunächst über einen Punct von fundamentaler Wichtigkeit verständigen. Wenn wir, mit dem Mundapparat der eigentlichen Nager- oder Kaukerfe anhebend, denselben durch alle Reihen der völlig ausgebildeten Insekten hindurch verfolgen, so wird es uns leicht verständlich, wie aus den drei Kauhebelpaaren eines Käfers z. B. die eigenthümliche Armatur der Immen, ja sogar der ganz abweichend erscheinende Rollrüssel des Falters entstehen könne, dieß umsomehr, als wir selbst innerhalb der Käferordnung die allmählige Umwandlung gewisser Kiefer theils in der Leckzunge der Immen, theils in dem aus zwei Halbröhren bestehenden Rüssel der Schmetterlinge ganz ähnliche Bildungen sich vollziehen sehen.

Eine andere Frage ist es aber, ob diese metamorphosirten Mundvorichtungen, diese Rüsselbildungen der Falter, Fliegen und gewisser Aderflügler auch wirklich durch Anpassung aus dem Kauapparat von nagenden Kerfen hervorgegangen sind? Wir stehen da vor einer Frage, der gegenüber die Theorie der natürlichen Zuchtwahl im Kampf um's Dasein vor der Hand wenigstens sich ebenso ohnmächtig erweist wie gegenüber der vollkommenen Metamorphose der Insekten überhaupt.

Der Falter, der aus der Raupe sich entwickelnde, glänzende Phönix, erwirbt seine neuen Organe, die langen Beine, die Flügel und auch den Rollrüssel nicht im Kampf um's Dasein, nicht im Ringen nach neuen Ernährungsquellen, sondern als Puppe, als in der Raupe sich vorbereitendes, nach erlangter Selbständigkeit aber nach Außen völlig passiv sich verhaltendes und streng in sich abgeschlossenes Wesen, das bekanntlich auch gar keine Nahrung zu sich nimmt. Oder hat es doch vielleicht vor Zeiten raupenähnliche, aber weiter fortgeschrittene

und successive den Schmetterlingen sich nähernde Kerfe gegeben, welche den Rüsselkäfer und die andern Falterembleme sich angeeignet haben, und werden gegenwärtig die Errungenschaften dieser allerdings ganz problematischen Falterahnen schon im niederen Zustand der Raupe zur Erscheinung gebracht?*) — Thatsache ist es, daß die Larven der verschiedenen, eine Verwandtung bestehenden Insekten im Wesentlichen fast alle einen und denselben Mundapparat wie die geschlechtsreifen Kaukerfe besitzen, und zwar einfach deßwegen, weil sie sich, wie diese, von festen Stoffen ernähren, während sich die Werkzeuge zum Saugen erst in der Puppe vorbereiten, und zwar wie es scheint nur zum Theile aus dem gegebenen Kiefermaterial der Larve, während gewisse Gebilde, wie z. B. der Fliegenrüssel, als wahrhaftige Neubildungen entstehen und also streng genommen eine genetische Vergleichung und Homologisirung mit den aus den embryonalen Kiefersegmenten ableitbaren Mundtheilen ein vergebliches und unsinniges Bestreben ist.

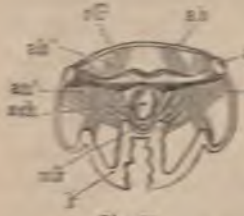


Fig. 80.
Querschnitt durch den Kopf einer Blattwespenraupe (Cimbex variabilis). sch Schlund, oG Oberes, uG unteres Schlundganglion, ae einfache Augen, k Oberkiefer, ab Abzieher, an Anziehmuskeln derselben.

Aber gehen wir nun an die Betrachtung des Einzelnen. Naturgemäß machen wir mit den Kaukerfen den Anfang und nehme der Leser zunächst wieder den Embryo der Mantis (Fig. 1) vor. Hinter dem sensoriellen Kopfsegment (Au) folgen drei andere: die Kiefersegmente, deren paarige Ausstülpungen eben zu den Kiefern selbst werden, die wir schon früher nach

*) Die einschlägige Darstellung des Sir J. Lubbock (Ursprung und Metamorphose der Insekten. Jena 1876) ist, so plausibel im Einzelnen, im Ganzen doch nur eine Umschreibung unserer Unwissenheit. Vergl. Bd. II.

Analogie mit den Beinen als Vorder-, Mittel- und Hinterkiefer unterschieden. Zu diesen eigentlichen Mundgliedmaßen gesellt sich aber später noch der mittlere Vorderlappen des Gehirnsegmentes, die Oberlippe (ol), die auf ihrer Innenseite ein für die Nahrungsaufnahme höchst wichtiges Sinnesorgan, nämlich die Nase enthält, die also, und das ist wohl zu beachten, ihren Nerv aus demselben Sensorium erhält, dem auch die Augen- und Fühlernerven entspringen.

Ein ganz anderes Bild zeigt die Mundarmatur des das Ei verlassenden Kerfs. Die einzelnen Theile liegen hier nicht mehr hintereinander, sondern das Eßzeug ordnet sich in einem Kreise rings um die Schlundöffnung (m). Die Oberlippe, löffelartig ausgehöhlt und mit dem Kopfschild durch eine dünne Zwischenhaut beweglich verknüpft, bildet gleichsam das Dach der Mundhöhle, während das Hinterkieferpaar, oder die Unterlippe (k_3), zum Boden derselben wird.

Fig. 81. Oberkiefer einer Heuschrecke. Pneumora variolosa.

Zwischen diesen vertikal gegeneinander beweglichen Mundtheilen wirken nun die zwei noch übrigen Kieferpaare, nämlich die vordern (k_1) oder obern (Kinnbacken-Mandibeln) und die mittleren oder unteren (k_2) (Kinnladen-Maxillen) horizontal, wie die Laden einer Scheere. — Mustern wir nun die Einzelheiten dieses vieltheiligen Mechanismus. Die Oberlippe ist im Ganzen der konstanteste Theil: eine bald halbkreisrunde, bald vier- oder dreieckige, seltener ausgeschnittene Platte, die durch eigene Muskeln in die Höhe gezogen werden kann.

Die Hauptstärke der Nager liegt in den Oberkiefern. Hier wird der Chitinstoff geradezu zum Eisen, zum unwiderstehlichen Geräth des Krieges und der Vernichtung, mit dem die Kerfe die gesammte organische Schöpfung sich tributpflichtig machen. Stets bestehen die Mandibeln nur aus einem einzigen, dafür aber äußerst derben, ja scheinbar ganz soliden Stücke; doch

zeigt Fig. 80, daß man es auch hier nur mit Ausstülpungen der allgemeinen Panzerhülle zu thun hat. Von besonderer Härte ist namentlich die Spitze sowie die Kaufläche oder Schneide. Sie sind gleichsam gestählt.

Wer aber beschreibt die Mannichfaltigkeit der Form und der Verwendung dieses Krafthebelpaares! Ist es doch ein wahres Universalbesteck. Während der Borkenkäfer mit seinen meißelartigen Mandibeln die mäandrisch gewundenen Holzschachte ausbohrt, werden sie bei den fleischfressenden Kerfen zu gewaltigen, theils glatten, theils mit schneidenden und reißenden Zähnen bewehrten Scheerenmessern (Fig. 82 k_1), oder nehmen, wie beim Hirschkäfer, selbst die Gestalt vielverzweigter Geweihe an, die aber an der Basis, gleich den breiten Kauflächen der Heuschrecken (Fig. 81), feilenartig ausgeschnitten sind. Bei einigen exotischen Käfern und Netzflüglern erreichen die sägeartigen Blätter der Kieferscheeren die Länge des Körpers und es wäre gewiß nicht rathsam, sie an unsern Fingern ihre Kraft versuchen zu lassen.

Fig. 82.
Kopf mit den Mundtheilen einer Scorpionsfliege (Panorpa communis). Au Facett-, au einfache Augen, ol Oberlippe (zurückgeschlagen) k_1 gekreuzte Ober-, k_2 Unter-, k_3 Hinterkiefer, beide von weicher Beschaffenheit.

Besonders interessant sind die langen Kieferklingen der berüchtigten Larven der Schwimmkäfer, Florfliegen und Ameisenlöwen. Sie werden von einem an der Spitze sich öffnenden Kanal durchzogen, durch den das Blut der erlegten Thiere mit Umgehung des fehlenden Mundes direct in den Schlund geräth.

Die Kerfmandibeln sind aber nicht bloß Werkzeuge der Zerstörung, sie werden, zumal von den kunstgeübten Aderflüglern auch zu den mannigfaltigsten häuslichen Arbeiten benützt, theils zum Schleppen von Lasten, theils als Spaten und Pickelhacken, theils wieder als Maurerkellen und Modellirinstrumente zum Bauen und Formen in Holz, Lehm und Wachs, sowie als Scheeren zu den elegantesten Laubschnitzereien.

Fig. 82 *
Mundtheile einer jungen Schwammspinnerraupe. Bezeichnung die gewöhnliche, sp Spinnwarze, au einfache Augen, an Fühler.

Trotz dieser vielseitigen Verwendbarkeit haben die Mandibeln aber nur eine beschränkte Beweglichkeit. Der betreffende Mechanismus wird durch Fig. 80 erläutert. Die Kiefer, an den Seiten der Wange fest eingekeilt, artikuliren mit dem Schädel vermittelst zweier, seltener dreier Gelenkköpfe. Nach Innen entspringen die meist flügelartig sich ausbreitenden Chitinsehnen, die Zugseile, an welchen die kräftigen Beißmuskeln wirken. Zwei davon (an) ziehen die Kiefer gegeneinander, während zwei andere die fest geschlossene Zange wieder aufmachen.

Sehr schwierig gestaltet sich die Beschreibung der Unterkiefer. Dieß sind nämlich keine einfachen Hebel mehr, sondern wahrhaftige Gliedmaßen, ein ganzes System unterschiedlicher Theile bildend, wovon jedes für sich wieder außerordentlich unbeständig ist. Gegenüber den harten, derben Oberkiefern erscheinen sie im Allgemeinen von mehr weicher und zarthäutiger Natur und von um so geringerer mechanischer Bedeutung, je kräftiger die erstern hervortreten; überhaupt ist die wechselseitige Abhängigkeit, die sog. Correlation der organischen

Gebilde nirgends so anschaulich wie gerade am Mundapparat nachzuweisen, dessen einzelne Bestandtheile in einem beständigen Wettkampf um die Oberherrschaft miteinander liegen, indem jeder Vortheil, den ein Glied erlangt, sofort zum Nachtheil des benachbarten werden muß. Eine solche Ungleichheit, eine solche Größenschwankung bei mehreren zu einer gemeinsamen Existenz berufenen Organen ist aber bekanntlich an den paarigen Gliedmaßen der Kerbthiere überhaupt eine sehr gewöhnliche Erscheinung, und hat erst neuerlich wieder der berühmte amerikanische Entomologe Scudder die merkwürdigsten Assymetrieverhältnisse an den Geschlechtszangen der Falter bekannt gemacht.

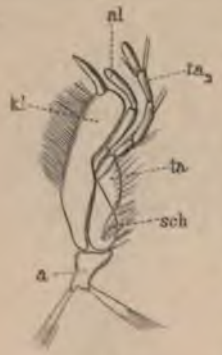


Fig. 83.
Rechter Unterkiefer von Cicindela. a Angel, kl innere oder Kaulade, al äußere, hier tasterartige Lade, sch Schaft (stipes), ta₂ Taster, ta Träger desselben.

Einen verhältnißmäßig sehr einfachen Bau haben zunächst die Unterkiefer der Raupen (Fig. 82* k₂). Neben der handfesten Mandibelscheere (k₁) nehmen sie sich fast nur wie Rudimente aus und gleichen auf den ersten Blick völlig den Fühlern (an), indem sie, wie diese, einen zweigliedrigen Zapfen darstellen, der gleichsam nur das Gestell für die eigentlichen, hier aber nur schwach angedeuteten Mundtheile bildet. Der erste Ring dieses Trägers, welcher sich am Schädel wie die Thür an ihrer Angel dreht, nennt man Angel (a) oder Schloß (cardo), das folgende Stück den Schaft (stipes) oder Stiel (sch). Der Anhänge an dem letztern sind nun, wie man sieht, drei, nämlich, wenn wir die Bezeichnung bei der vollständigen Maxille anticipiren, die sogenannte Innenlade (il), die Außenlade (al) und, seitwärts abstehend, der Taster (ta₂). Doch sind hier alle Glieder ganz gleich

geformt, einen zweigliedrigen, mit einem Haar endenden Fortsatz bildend. Die Bewegung dieser Theile erfolgt natürlich so, daß der ganze Kiefer vom Schädel aus gedreht wird, während die Muskeln zur Lenkung der genannten drei Anhänge in ihrem Träger liegen. Von einer Mithilfe beim Kaugeschäft kann selbstverständlich von diesen Mundtheilen nicht viel erwartet werden: streng genommen sind sie ja weiter Nichts als mehrfingerige Mundfühler, gewissermaßen kleine Hände, welche das Futter während des Kauens nicht bloßen halten, sondern zuleich auch auf seine fühlbare Beschaffenheit untersuchen und prüfen.

Diesen Raupenmaxillen gegenüber präsentirt sich nun der Unterkiefer eines ausgewachsenen Kaukers, eines Sandläufers z. B. (Fig. 83), als eine weit vollkommenere Bildung und zwar theils hinsichtlich der Größe, theils mit Bezug auf die Entschiedenheit und Bestimmtheit seiner ihn zusammensetzenden Theile. Zur Angel (a) und zum langen, starken Stiel des Trägers kommt auswendig noch eine eigene Basis für den Taster hinzu. Die Zahl der Anhänge ist aber genau dieselbe wie bei der Raupe, woran wir klar genug den durchgreifenden Typus erkennen. Der innerste dieser Anhänge, die Kaulade, ist gleichsam nur eine etwas reducirte und veränderte Ausgabe der Oberkiefer: ein breites, scharfes Messer, welches aber noch ein zweites, kleineres Instrument, die harte, spitze Endklaue trägt. Solcher Eckzähne, wie sie die alten Entomologen nennen, haben gewisse Raubinsekten mehrere, Locusta drei oder vier, manche Libellen sogar sechs.

Fig. 84.
Kopf von Dionyx Dejeanii Latr. Palpen mit einseitig hackenartig verbreiterten Gliedern.

Gewöhnlich ist aber die Innenlade nur mit steifen Borsten oder weichen Haarfransen besetzt. Zu einer förmlichen Bürste wird sie aber z. B. bei jenen Bockkäfern, welche der Leser häufig

auf Tastorganen [illegible] Tasten [illegible] und ihren [illegible] Tastern [illegible] abzutasten. Somit bleibt auch in dieser völlig umgestalteten Kerfmaulform das Halten der Nahrung die Hauptsache, der gröbere Zerkleinern eingeschoben wird, während die Mundteile Stück für Stück heran [illegible].

Die [illegible] aber äußere Lage ist sehr genau nach dem Verhalt der [illegible] geformt. Bei den Schnitten und Libellen liegt sie sich wie ein Hebel [illegible] über die [illegible] (Fig. 79 al). Beim Sandläufer [illegible] gerade sie bis auf die geringeren Glieder

Fig. 85.
Unterlippe von Calopteryx splendens.

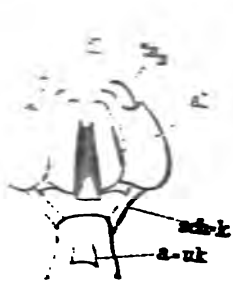


Fig. 86.
Desgleichen von der Hornisse.
il Innen-, al Außen-Lade, ta Labialtaster, k Kinn, uk Unterkinn.

zahl vollständig den typischen Tastern, die, aus 1 bis 6 Stücken sich zusammensetzend, gleich niedlichen Fingerchen, welche über die Taster eines Klaviers hinlaufen, die Unterlage und die ergriffene Nahrung sorgfältig begreifen und betupfen, zu welchem Behufe ihr Endglied sehr praktisch geformt ist.

Alles in Allem genommen dürfen wir also die Kerfmaxillen eine eigenthümliche aber außerordentlich wechselnde Kombination von Kau-, Greif- und Tastorganen nennen,

welche, z. Th. wenigstens, je nach Bedarf auch in einander sich verwandeln können.

Die Betrachtung der Unterlippe beginnen wir an einer Libelle, der Calopteryx (Fig. 85). Auf den ersten Blick glaubt man, wie an der Oberlippe, ein unpaares Organ vor sich zu haben.

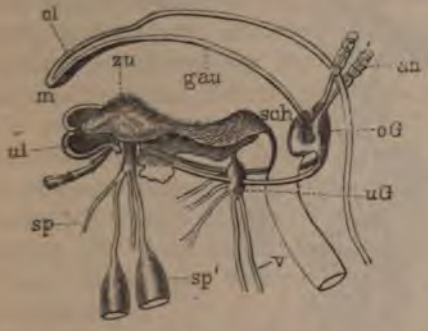


Fig. 87
Längsschnitt durch den Kopf einer Schnarrheuschrecke. ol Oberlippe nach Oben in die Schädelwand, nach Unten in das Gaumengewölbe (gau) und den Schlund (sch) übergehend. ul Unterlippe, zu Zungenartiges Schlundkissen. oG Oberes, uG unteres Schlundganglion. v Commissuren zum 1. Brustganglion. sp Ausführungsgänge der Speicheldrüsen, sp' Speichelbehälter.

Doch wird selbst am entwickelten Thier durch einen mittleren Einschnitt an der Spitze ihre Duplicität angedeutet und die Entwicklungsgeschichte sagt uns bekanntlich (Fig. 1 k₃), daß die Unterlippe in der That durch partielle Verwachsung zweier ursprünglich getrennter Kiefer entsteht. Denken wir uns aber die Libellenunterlippe völlig halbirt, so sehen wir auch sofort, daß ihre Hälften, Stück für Stück, den Unterkiefern entsprechen. Am Leichtesten sind die Innen- und Außenladen (il und al), sowie die Taster (ta) wieder zu erkennen, welche letztere aber an der Unterlippe nie mehr als vier Glieder haben.

Dagegen sind die beiderseitigen Kieferladenträger oder Kieferschenkel auch in jenen Fällen, wo die Entwicklung vollkommen gesichert bleiben, zu einer einheitlichen Platte verwachsen, die in ihrem vorderen Theil, der den verschmolzenen Schiften entspricht, als Kinn (Mentum k) und in seinem hinteren, aus der Vereinigung der „Angeln" entstandenen und mit ersterem gelenkig verbundenen Abschnitt als Unterkinn (submentum uk) bezeichnet wird. Letzteres gränzt nach hinten an die sogenannte Kehle oder „Gurgel", welche sich bis zum Hinterhauptsloche" ausdehnt.

Fig. 88.
Libellenlarve mit ihrer Unterlippe ein Kerf ergreifend. k Kinn, uk Unterkinn, l zangenartige Laden.

Die verwachsenen Hinterkieferträger sammt der Kehle bilden somit die eigentliche Basis, die Sohle des Kerfschädels, wie solches unten, am Bienenhaupt, noch deutlicher werden wird. Bei dieser Lage der Dinge begreift es sich von selbst, daß an diesem söhligen Kieferpaar nur eine Bewegung von hinten nach vorne möglich ist. Die Unterlippe kann also entweder hervorgestreckt oder zurückgezogen werden, und dieß um so stärker, je mehr die Gelenksfalten entwickelt sind, welche sich einerseits zwischen der Schaft- und Angelplatte und andererseits zwischen dieser und der Kehle befinden. Nachdem man schon die beiden Platten des Unterlippenträgers mit so ganz ungewöhnlichen Namen getauft, wird man sich nicht wun-

dern, daß seine vordern Anhänge, wir meinen die beiden Laden, von welchen die innern meist zu einem unpaaren medianen Stück verschmelzen, nicht besser wegkamen. Aus letzterem machte man eine „Zunge“ (ligula Fig. 86 al) und die getrennt bleibenden Außenladen (al) mußten ihr als Nebenzungen (Paraglossae) getreulich an der Seite stehen. Wir beobachten zwar allerdings, daß das mittlere Endstück der Unterlippe nicht bloß bei den Immen factisch zu einem Leckorgan, zu einer wahren Zunge im physiologischen Sinne sich heranbildet, sondern daß es selbst bei manchen echten Kaukerfen, z. B. beim Hirschkäfer (Fig. 43 k₃) und bei einigen Bockkäfern zum Aufpinseln von flüssigen Nährstoffen dient; wir müssen aber auch bedenken, daß hier nur ein ganz specieller Fall jener zahlreichen, oft sehr tiefgreifenden Umwandlungen vorliegt, denen gerade die beim eigentlichen Kaugeschäft ziemlich überflüssigen und gleichsam in der Reserve stehenden Hinterkiefer unterworfen sind.

Um zu zeigen, zu was für grundverschiedenen Leistungen die Kerfunterlippe sich hergibt, nennen wir vorläufig bloß zwei Verwendungsarten. Zunächst bei den Libellenlarven (Fig. 88). Diese verhüllen ihr Gesicht von Unten her mit einer Art von Visir oder Larve. Zieht man diese herunter, so sieht man eine hohlhandförmige Platte, die eine kräftige Greifzange trägt, und welche nach hinten in einen langen, zweigliedrigen Stiel übergeht, der sich wie ein Taschenmesser einklappen läßt. Das ist also die Unterlippe, das hintere Kieferpaar in seiner prononcirtesten Gestalt. Die beiden Laden sind hier wahrhaftige Kiefer; der gemeinsame Träger dieser Kiefer aber ist der weit ausstreckbare, gelenkige Arm, mit dem die Larve, nachdem sie sich „katzenartig und mit der unschuldigsten Miene von der Welt“ an ihr Opfer herangeschlichen, dasselbe packt und, das Gelenk beugend, zu sich heranzieht.

Wer möchte hier von Kinn und Unterkinn, von Zunge

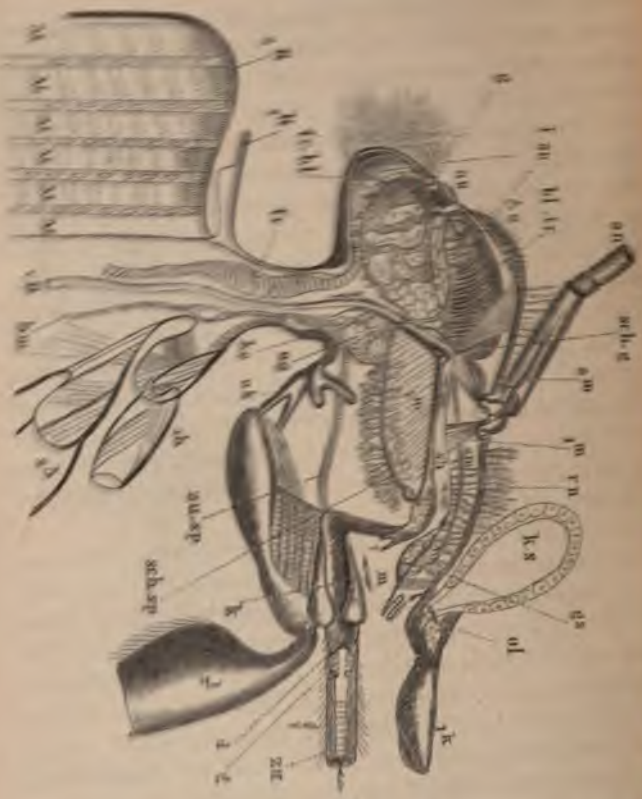


Fig. 88.*

Mittel-Längsschnitt durch den Kopf, Hals und die Vorderbrust der Honigbie
(Gezeichnet mit der Hellkammer).

m Mundhöhle, sch Schlund, k₁ Oberkiefer, ol Oberlippe, ks Oberkiefer- (u
Riechschleim-) Drüse, gs Gaumensegel, rn Riechnerv, m₁, m₂ Fühlermuskeln, s
Schlundgrätte, tebl Tracheenblase, Au Facet-, au einfache Augen, g Gehirn, gll
teres Schlundganglion, tr Halstrachea, R₁ Vorderrücken, R₂ Mittelrücken, M Flug
muskeln, dazwischen querdurchschnittene Tracheen, vD Speiseröhre, bm Bauchm
bs, bs Vorder-, Mittelbein, ke Kehle, uk Unterkinn, zusp Zungenspeichelrö
schep Schlundspeicheldrüse, k Kinn (Zungenstiel), zu Zunge, g Geschmacksst
d Mündung der Zungen-Speichel-Drüse (schematisch), k₂ Unterkieferladen.

und Nebenzungen reden? Wie ganz anders nimmt sich dagegen die Unterlippe einer Raupe (Fig. 82* k_3) aus. Wir bemerken zunächst einen breiten, konischen Zapfen. Das ist der Träger der übrigen Theile. Davon sind drei zu sehen, und zwar muß man die beiden seitlichen für die Taster (ta_3) nehmen, während das mittlere den verschmolzenen Außen- und Innenladen gleichkommt. Es ist dies ein konisches, spitz auslaufendes Röhrchen (sp), das, indem es durch eine Reihe von Muskeln nach rechts und links, nach oben und unten gewendet werden kann, dem Spinnfaden, der aus ihm schon in seiner fertigen Gestalt hervorkommt, den von der Spinnerin gewünschten Weg weist.

So sehen wir also die Unterlippe bald den bescheidenen Dienst eines Löffels verrichten, der die gekauten Nährstoffe auffängt und in den Schlund zurückzieht, bald wieder zu einer Art „Stoßzange" oder zur leckenden Zunge sich hervorstrecken und schließlich gar zur Spinnspuhle sich aushöhlen. Und dennoch sind damit die Metamorphosen des Hinterkieferpaares noch lange nicht zu Ende; wir werden sie bald unter noch ganz anderen Gestalten wiederfinden.

Sollte man es für glaublich halten, daß die wenigsten Imker eine auch nur halbwegs klare Vorstellung davon haben, wie die **Bienen** jenes Material, nämlich den Honig, zu sich nehmen, dessentwegen man ihnen so viele Sorgfalt angedeihen läßt? Und doch ist es so. Man kennt den Bau der Biene genauer, wie den irgend eines anderen Insekts; über die Organisation des Rüssels und den Mechanismus der Honiganeignung überhaupt haben aber selbst unsere ersten Bienenanatomen sehr abweichende Ansichten aufgestellt, eine Erscheinung, die sich nur aus der bisher befolgten ganz ungenügenden Untersuchungsmethode erklären läßt.

Der ganze Immenrüssel mit all' seinen Hebeln und Muskeln ist freilich ein überaus complicirtes Ding; wir können daher nur das Wesen seiner Hauptbestandtheile hervorheben, wie wir

es theils selbständig, theils im Nachgange zu Dr. Wolf's auf dem Gebiete der Kerfphysiologie wahrhaft epochemachenden Arbeit über das Riechorgan der Biene auf das Sorgfältigste studirt und uns zurecht gelegt haben.

Sieht man einer lebenden Biene oder Hummel vermittelst einer Lupe gerade in das Gesicht, so gewahrt man sofort außer der hornigen Oberlippe und der Kinnbackenzange einen unter der ersteren entspringenden und mitten über das Gesicht gegen den Hals zurücklaufenden, braunen, lederartigen Streifen. Dieß

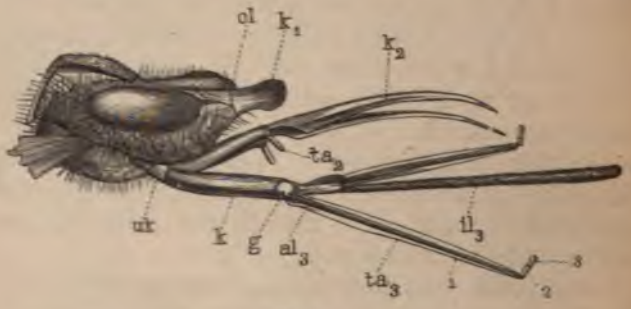


Fig. 89.
Kopf einer Hummel. ol Oberlippe, k_1 Oberkiefer, k_2 rinnenartige Unterkiefer, ta_2 ihre rudimentären Taster, uk Unterkinn, k Kinn, g Gelenk, al_3 Außenladen, il_3 zu einem hohlen Pinsel verwachsene Innenladen, und ta_3 Taster der Unterlippe.

ist der Rüssel, oder richtiger das Endstück desselben. Faßt man dieses mit einer Pincette und zieht es gegen die Brust herab, so thut sich zwischen ihm und der Oberlippe der ziemlich weite, von einer weißen Gelenkshaut ausgekleidete Mund (Fig. 88* m) auf, dessen obere Wand in die Oberlippe (ol) und dessen untere in die Unterlippe übergeht, während die Seitenwände mit den Unterkiefern zusammenhängen. Im Grunde des also geöffneten Mundtrichters, d. h. dort, wo er in das enge Schlundrohr (sch) übergeht, sieht man von oben,

d. i. vom Gaumengewölbe, eine längliche Hautfalte, das „Gaumensegel" (gs) herabhängen, und gegenüber, d. h. auf der unteren Schlundwandung, und etwas weiter nach hinten, erhebt sich ein rauhes Kissen, von dem vorne eine in die Mundhöhle frei hineinragende und gabelig ausgeschnittene Chitinplatte, das „Zünglein" entspringt.

Fig. 164 A zeigt den ganzen Schlund frei herauspräparirt, wobei man in gs das Gaumensegel und in zü das eben erwähnte, aber nach hinten zurückgeschlagene Zünglein ohne Weiteres erkennen wird, während e den Eingang in den Schlund selbst

Fig. 90.
Längsschnitt durch den Kopf einer Hummel. an.m Antennenmuskel, oG oberes, uG unteres Schlundganglion. Vom letzteren gehen die Nerven zu den Mundtheilen.

bezeichnet. — Bei der angedeuteten Musterungsweise des Bienenmundes am lebenden Thier sieht man nun ferner, daß der Schlund gleich einem Blasebalg rhythmisch sich erweitert und wieder zusammenzieht. Was zunächst die Erweiterung betrifft, so geschieht diese einerseits durch zahlreiche Muskeln, welche sich zwischen dem harten, oberen Schädeldach und der nach-

giebigen oberen Schlundplatte ausspannen (ms), und andererseits durch jene, die sich an der untern, durch zwei Gräten (schg) gestützten Schlundplatte inseriren.

Die nachmalige Zusammenziehung des Schlundes bewirken aber die Ringmuskeln des Schlundrohres selbst (Fig. 164 A), welche die zwei harten, durch eine seitliche Gelenkshaut verbundenen Schlundplatten einander nähern. Im Bienenschlund, und ähnlich verhält es sich bei den meisten Insekten (vgl. auch Fig. 87), haben wir also ein Saugrohr vor uns, das vermittelst des Gaumensegels und des Schlundkissens vorne völlig abgeschlossen werden kann. — Das ist zunächst das Eine, was wir wissen müssen.

Wir kommen nun wieder auf den Rüssel zurück. Er entsteht aus einer innigen Verbindung der Unterlippe mit den Unterkiefern, die aber diesem Zwecke besonders angepaßt sind.

Die Unterlippe besteht, wie bei den Nagern, aus zwei Hauptabschnitten, einem hintern, dem Träger oder Stiel (Fig. 89), und einem vordern, der Zunge. Sie sind durch ein Charniergelenk (g) derart verbunden, daß letztere wie ein Taschenmesser eingeklappt werden kann. Der lange Stiel oder Träger der Zunge ist eine hohle, feste und glänzende Chitinröhre, welche fast nichts als die Musleln zur Lenkung, beziehungsweise zur Streckung der Zunge enthält (Fig. 90), an der Oberseite aber eine von einer zarten, weißen Haut ausgekleidete Rinne bildet, welche, wie wir schon gehört, direct in den Mundtrichter übergeht (Fig. 88* k).

Dieser häufig auch als Kinn bezeichnete Zungenstiel liegt in einer tiefen, halbcylindrischen Aushöhlung der Kopfbasis. Zieht man die Zunge und damit auch ihren Handgriff an, so tritt sie fast ganz aus ihrer Höhle heraus, und zwar deßhalb, weil sie hinten durch eine im Ruhezustand faltenartig eingeschlagene, und durch eine Chitingabel (uk) gestützte Gelenkshaut mit der

kurzen, aber sehr soliden Kehle (ke) beweglich verbunden ist. Wir haben also hier im Wesentlichen denselben Mechanismus wie am gelenkigen Greifarm der Libellenlarve und können die Immen demnach nicht bloß die Zunge, sondern die gesammte Unterlippe weit ausstrecken, wozu sich oft genug Gelegenheit bietet, wenn sie sich Zugang zu einem sehr tiefen Blumenbecher verschaffen wollen. — Am Vorderabschnitt haben wir zunächst die Mittel- oder Hauptzunge zu betrachten. Sie gleicht, namentlich bei sehr langrüsseligen Immen, z. B. einer Anthophora, einem geringelten und reich behaarten Wurme. An ihrer Wurzel, unmittelbar vor dem Gelenk, hat sich oberseits

Fig. 91.
Querschnitt durch die Zunge einer Hummel. sp ventrale Spalte, gr dorsale hohle Gräte.

ein herzartiges und blankgeputztes Stück abgeschnürt, beiderseits mit einer Reihe porenartiger Hautstellen (g), den Endigungen von vermuthlich dem Geschmack dienenden Sinnesnerven, während seitwärts in einem durch eine Klappe verschließbaren Trichter die Zungenspeicheldrüsen (zu sp) sich öffnen, welche von der Brust herauf den weiten Weg machen. Der übrige lange Theil dieser Zunge ist aber keineswegs ein solider Körper, sondern, wie man am Querschnitt Fig. 91 sieht, ein Rohr oder richtiger eine cylindrisch gekrümmte Chitinlamelle, die sich unten, d. h. bauchwärts derartig mit den Rändern einrollt, daß außer einem Mittelkanal noch zwei Seitenkanäle entstehen. Gestützt wird dieser Zungenmantel, und es sind dieß Verhältnisse, die wir unabhängig von Wolf entdeckten, durch eine gleichfalls hohle, aber sehr dickwandige Chitingräte, welche mit der Mittellängslinie des Mantels nur lose verknüpft ist.

Am Ursprung dieser Zungenspange greifen die Muskeln an, welche den hohlen Chitinwurm in Bewegung bringen. Die nach vorne gerichteten, quirlartig vertheilten Haare, welche K. Müller, obwohl an der ganzen Zunge kein einziges Muskelfäserchen vorkommt, sich aufrichten und gleichsam zu Wimpern werden läßt, werden gegen die Zungenspitze länger und dichter, so daß letztere einen förmlichen Pinsel oder Wischer bildet. Ein merkwürdiges Ding ist es um die Zungenspitze selbst. Sie stellt ein kleines Löffelchen dar. — Nun kommen wir an die Nebentheile. Da stehen zunächst, von der Wurzel entspringend, zwei kleine Blättchen. Eine Vergleichung mit der Hornißlippe (Fig. 89) lehrt sie als Seitenzungen (al) deuten. Sie bilden die innere Zungenscheide. Am selben Ort, nur etwas hinterwärts treten dann zwei ähnliche nur viel längere und breitere Laden hervor, die bei der Biene fast an die Zungenspitze heranreichen (ta₂). Vom Ende dieser Laden stehen seitwärts fast unter rechtem Winkel zwei winzige Glieder (2,3) ab. Diese sagen uns, daß wir es hier mit den Tastern der Unterlippe zu thun haben, deren Grundglieder eben die erwähnten Laden vorstellen.

Wie an der Unterlippe haben wir auch an den Unterkiefern zwischen dem Gestell und den Anhängen, oder den Laden zu unterscheiden, wovon letztere (Fig. 88 l₂) so gut wie die Zunge, aber nur gemeinsam mit dieser, eingeklappt werden können. Die eigentlichen Hefte dieser auch in der Gestalt einem Messer gleichenden Laden ähneln dem Zungenstiel, nur daß hier die harte Fläche nicht unten, sondern außen liegt. Sehr complicirt ist aber das z. Th. in den Schädelraum selbst eingefügte Hebelzeug, welches mit diesen Ladenstielen zusammenhängt. Man erinnert sich unwillkührlich an den vieltheiligen Tragapparat der Fischmaxillen, wo ja gleichfalls der Kieferstiel eine wichtige Rolle spielt. Der Leser muß sich aber diese Dinge in Wirklichkeit zurecht legen; denn Beschreibung und Abbildung

dienen bloß zur Erläuterung und ersetzen niemals die Naturanschauung. Einen beiläufigen Begriff gibt die Vergleichung mit der veralteten „Stoßzange". — Die Laden selbst gleichen ungefähr einer Sense. Sie sind aber dicker und derber als die ihnen sonst ganz ähnlichen Tasterladen und daher auch dunkler gefärbt.

Sehen wir nun, wie aus den flüchtig beschriebenen Einzelheiten der Immenrüssel sich zusammenfügt.

Die Mitte nimmt die Zunge ein. Die Taster- und Kieferladen formiren hingegen den eigentlichen Rüssel, d. h. die vorgestreckte Röhre oder das Futteral, in dem die Zunge sich frei auf- und abbewegt, und, ähnlich etwa wie am Rüssel eines Ameisenbären, auch hervorgestreckt werden kann. Zu dem Behufe legen sich die vier Rüsselladen derart aneinander, daß die der Kiefer ein oberes und die der Taster ein unteres Halbrohr bilden, welche beiden Rinnen dann seitlich vermittelst ihrer scharf zugeschliffenen und z. Th. auch behaarten Ränder zu einem Ganzrohr sich vereinigen, eine Einrichtung, die in der schematischen Figur 106 B (aber nicht ganz treffend) veranschaulicht wird. Die kleinen Nebenzungen sollen dagegen nach Dr. Wolf gleichsam Druckfedern vorstellen, welche die Rüsselwände in gehörigem Abstand von der Zunge erhalten.

Die Aufgabe des Rüssels und seiner unmittelbaren Fortsetzung, des Schlundes nämlich, ist nun von selbst vorgezeichnet. Vermöge der saugenden Bewegungen des Schlundes riecht die Biene, wie wir noch später hören werden, den Honig schon von Weitem. Sie streckt verlangend den Rüssel aus. Durch ihre Flügel rasch an Ort und Stelle getragen, taucht sie dann die aus der Scheide hervorgestreckte Zunge in den bereitliegenden Nectar. Es füllt sich, angezogen durch die Haare, zuerst das Löffelchen, von wo das süße Naß „blitzschnell" durch das Kapillarrohr der Zunge selbst bis zu deren Wurzel aufsteigt, wo es sich, weil die Rinne hier weit auseinander klafft, in die

Höhlung des Rüssels, sowie über die „Schmeckbecher" ergießt. Mundet der Saft, dann beginnt erst die mechanische Saugkraft des Schlundes ihr Werk. Der dehnbare Rachen sperrt sich auf und sogleich stürzt ein Strom der früher nur gekosteten Flüssigkeit zwischen der Zunge und der Rüsselwand in denselben empor. Darauf schließt sich das Gaumensegel, das Schlundrohr zieht sich von vorne nach hinten zusammen, und so wird der erste Schluck in den Saugmagen befördert, dem also wenig oder nichts mehr bei der Aufnahme des Honigs

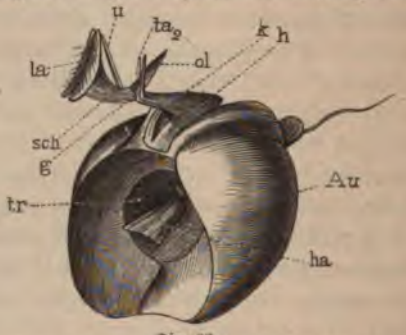


Fig. 92.
Kopf einer Schwebfliege (Eristalis). k Rüsselstiel, la Saugladen, ol Oberlippe, ta2 Unterlippentaster. g Gelenk, u Stechborste.

zu thun übrig bleibt. — Auf diese Weise macht nun die Biene einen Zug um den andern, bis sie gesättigt oder ihre Quelle versiegt ist.

So prägt sich denn also die hohe Stellung der Aderflügler auch in der Vielseitigkeit der Mundtheile aus. Die Biene kann mit ihrer Kinnbackenzange nicht bloß kauen und nagen, und dies, wie wir an ihren Wachszellen sehen, besser als irgend ein privilegirtes Kaukerf; sie kann zugleich auch saugen, indem aus jenen Bestandtheilen des Kaukerfgebisses, welche sonst beim Kaugeschäft eine in mancher Beziehung sehr untergeordnete Rolle spielen, nämlich aus der Unterlippe und aus den Unterkiefern, ein neues Organ, oder richtiger gar deren zwei, nämlich eine

Leckzunge und ein Saugrüssel hervorgegangen sind. Jedes der drei embryonalen Kieferpaare erscheint also gleichsam bei der entwickelten Imme als ein selbstständiges Werkzeug und in der harmonischen Vereinigung dieser drei gesonderten Mundapparate spiegelt sich sozusagen die Dreitheilung des Stammes wieder. — So viel ist gewiß, daß der Bienenmund weitaus die vollendetste Einrichtung ist, welche irgend einem Thiere zur Aufnahme der Nahrung zu Theil ward.

Diesem unvergleichlichen Mundorganismus der Immen gegenüber erscheinen nun die Oralwerkzeuge der übrigen Insekten, der Fliegen, Schnabelkerfe und Falter als mehr einseitig entwickelte und auf einen ganz bestimmten Nahrungserwerb beschränkte Bildungen. Sie sind nämlich zwar fast insgesammt sehr geschickte und eifrige Sauger; die Organe des Kauens sind aber bei dieser Anpassung entweder gänzlich in Wegfall gekommen, beziehungsweise nur als kümmerliche Reste vom Larvengebisse erhalten, oder sie haben sich in jene Borsten und Stilete verwandelt, welche allerdings ihren Besitzern bei der Eröffnung ihrer Nahrungsquellen sehr noth thun, indem sie aber unsere eigene Haut, oder die unserer Hausthiere zur Zielscheibe ihrer blutigen Operationen erwählen, im Ganzen wenig Sympathie erwecken. —

Wir machen uns nun zunächst an den Mund der **Zweiflügler.** Mit Ausnahme einiger Gruppen, z. B. der Lausfliegen, der Stechmücken und Flöhe, die auch sonst allerlei Besonderes an sich haben, zeigt der Rüssel der meisten Dipteren, trotz vielfacher Detailabänderungen, einen sehr übereinstimmenden Bau. Er ist von ganz eigener Art. Fassen wir eine gewöhnliche Stuben- oder eine Schwebfliege (Fig. 92) und begucken ihren Kopf von vorne mit einer Lupe, so sehen wir vorerst von den Mundtheilen so viel wie gar Nichts. Nur der Kundige entdeckt in einer tiefen Höhle

unterhalb der Fühler und zwischen den großen, funkelnden Glotzaugen, zwei blaße, fleischige Läppchen. Ziehen wir diese mit der Pincette an, oder reizen das noch lebende Thier durch ein Stückchen Zucker, so kommt der Rüssel zum Vorschein. Er gleicht (Fig. 92) einem Hämmerchen, dessen zweilappigen Kopf wir bereits zu kennen die Ehre haben und dessen unterseits meist von dunkeln Chitinschienen umspannter, fleischiger Stiel gegen den Kopf zu in einen aus einer zarten Haut

Fig. 93.
Längsschnitt durch den Kopf von Sicus ferrugineus. Rüssel knieförmig geknickt. m, m' Muskeln zur Erweiterung des als Saugpumpe functionirenden Schlundkopfes. an Fühler, im Endglied eine gehörblasenähnliche Kapsel.

gebildeten Ansatztrichter übergeht, der sich, wenn das Thier den Rüssel einzieht, faltenartig in die erwähnte Kopfhöhle einschlägt.

Aber welche gewaltigen Unterschiede finden zunächst schon in der Länge des Dipterenrüssels statt Wie minutiös erscheint uns das Leckermaul der Hausfliege gegenüber dem riesigen Stechheber, mit dem die Nemestrina Egyptens (Fig. 94) sich selbst zu den langen Röhrenblumen der Gladiolus-Arten Zugang verschafft.

Auch unsere einheimischen Bombyliden, die Schnepffliegen und gewisse Conopiden haben einen ganz respectabeln Schöpfer. Bei

Fig. 94.
Nemestrina aegyptiaca.

den letzteren (Fig. 93) trägt er ein knieförmiges Gelenk. Dieß erinnert uns sofort an die taschenmesserartige Unterlippe der

Blumenwespen, und in der That ist der Fliegenrüssel seinem Hauptbestandtheile nach nichts anderes.

Eine Specialität der Dipteren ist aber das schon flüchtig erwähnte Zungenende, wenn wir den Rüsselkopf so nennen wollen. Es bildet aber kein Schäufelchen, sondern eine Doppellade, die bei der Stubenfliege, bei der Bremse u. s. f. einer geöffneten, zweiklappigen Muschelschale gleicht (Fig. 95). Ihre Form richtet sich aber genau nach der Lebensweise, d. h. zum Erfassen und Zerreiben der Pollenklumpen ist sie scheerenartig, während sie bei den Saugern mehr an einen Schröpfkopf erinnert. Das Interessanteste ist aber, daß sie bei jenen Fliegen, welche Honig und Pollen zugleich genießen, nach beiden Richtungen gleich gute Dienste leistet. Ein prächtiges Bild zeigt ihre Oberfläche unter dem Microscop, nämlich auf beiden Lappen eine Reihe fächerartig in einen Stamm sich vereinigender, engspaltiger Rinnen mit oft eigenthümlich ausgezackten Rändern (Fig. 96). Bei Pollenfressern mögen diese rippenartig vorstehenden Rinnen als Reibleisten am Platze sein, was thun sie aber bei den ausschließlichen Saugern, denen sie der treffliche K. Müller, nur mit den oberflächlichen Verhältnissen bekannt, absprach. Leydig, ihr Entdecker, hielt sie für die Anfänge des Saugrohrs, gleichsam für Saugadern. Eher könnte man sie — die Entomologen mögen sich denn doch einmal auch solcher Dinge annehmen! — für die Ausführungsgänge einer Speicheldrüse halten.

Fig. 95.
Saugnapf vom Rüssel einer Onesia.

An feinen Rüssellängsschnitten, wie sie unter unser Anleitung ein vielversprechender Jünger der feineren Kerfanatomie, Dr. Wierzejski aus Krakau, gemacht, sehen wir nämlich außer einer großen, traubigen Drüse im Rüsselkopf selbst, noch den tracheenrohrartigen Ausführungsgang eines in der Brust gelegenen, großen Speichelorgan's, wie es sich auch

bei der Biene vorfindet. Thatsache ist, daß die Rüssellappen der Fliegen reichliche Flüssigkeit absondern, mit deren Hülfe die Stubenfliege auch feste Leckerbissen, z. B. Zucker und Backwerk partienweise auflöst und sich zueignet. Noch sei erwähnt, daß diese Lappen in Bezug auf die Feinheit der Tastempfindung selbst hinter den Rüsselspitzen höherer Thiere nicht viel zurückstehen dürften. Sowohl in- als auswendig finden sich zahlreiche, theils in gewöhnliche Haare, theils in kammartige Cuticularfortsätze ausgehende Nervenenden (Fig. 97).

Die mechanischen Werkzeuge der Thiere haben das Eigene, daß sie ihrer oft sehr absonderlichen Beschaffenheit wegen keinen Vergleich mit bekannteren Dingen zulassen. Dieß zeigt uns auch der Dipterenrüssel. Er ist weder Rohr noch Rinne, er ist beides zugleich, d. h. die längs seines Rückens verlaufende Rinne kann durch Einschlagung seiner hochaufstehenden, musculösen Ränder (Fig. 97 a) in einen Kanal verwandelt werden, der direct in das Schlundrohr übergeht. So ist also die Dipterenunterlippe gewissermaßen eine umgekehrte Immenzunge; denn hier haben wir ja den Zungenkanal unterseits. (Vgl. in Fig. 106 b mit e).

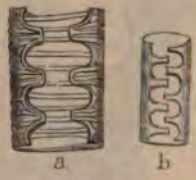


Fig. 96.
Chitinrinnen vom Rüsselkopf einer Mücke und einer Fleischfliege. Stark vergrößert.

Aber wo bleiben denn die anderen Bestandtheile des Saugerfmundes, die Oberlippe und die beiden Kieferpaare? Erstere finden wir zunächst in Gestalt einer lanzettlichen Platte an der Basis der Rüsselrinne, die Spalte, die hier offen bleibt, hermetisch verschließend (Fig. 98 und 106 e, ol). Oft verlängert sie sich aber bis zur Spitze der Unterlippe und so erhalten wir dann ein completes Doppelhalbrohr, bei dem aber das untere Stück, der Rüssel im engeren Sinn, in der Regel weitaus prävalirt. Nur bei den Stechmücken und Flöhen ist

die obere und untere Rüssellade ziemlich gleich entfaltet, wobei zugleich der Endknopf der letztern wegfällt. Die Kiefer dagegen sind nur bei einigen Familien zu größerer Bedeutung gelangt, z. B. bei den bremsenartigen. Hier bilden sie nämlich zwei Paare theils borsten-, theils dolchartiger Stechwaffen (Fig. 98 k_1, k_2), die, seitwärts an der Rüsselbasis entspringend, in der geräumigen Unterlippenrinne ihren Platz finden. Bisweilen kommt noch ein weiteres Paar von Pfriemen dazu, welche man als metamorphosirte Kiefertaster betrachtet. Sie könnten aber auch den beiden Zinken des gabelförmigen Züngleins entsprechen, das wir bei der Biene fanden. In diesem Fall wird also das von der Unter- und Oberlippe gebildete Rüsselrohr zur Scheide, zum Futteral, in welchem die meist zu einem einzigen Stachel sich vereinigenden Stechwaffen liegen, zugleich aber auch zur „Führung", wenn sie ihn hervorstoßen. Es versteht sich wohl von selbst, daß die Schmerzhaftigkeit und Bösartigkeit der uns von gewissen Stechfliegen beigebrachten Wunden weniger vom Einstich selbst, als von dem giftigen Secrete herrührt, das sie darin hinterlassen, und dessen Ursprung bereits oben angedeutet wurde.

Fig. 97.
Querschnitt durch das Rüsselende einer Schwebfliege. R sog. Saugader. a Rüsselrinne.

Sowie aber diese Vampyre mit ihrer scharfen Klinge zu den thierischen Säften sich Bahn brechen, so werden diese Lanzetten von Anderen, z. B. den Schwebfliegen zum Anstich saftiger Pflanzentheile benutzt.

Wie steht es nun aber mit dem Saug- oder Schöpfwerk der Dipteren? Man scheint bisher gar keine Ahnung davon gehabt zu haben, indem man immer die im Hinterleib liegende, spritzflaschenartige Saugblase für dieses Geschäft verantwortlich

machte. Wie aber kann ein so dünnwandiger und nur mit einem zarten Muskelnetz übersponnener Sack so kräftige Pumpbewegungen ausführen, wie sie, der Erfahrung gemäß, doch thatsächlich stattfinden müssen. — Die Fliegen, und namentlich die blutsaugenden, haben aber ein ganz anderes Pumpwerk.

Macht man durch den Kopf eines Asilus dünne Längs-Mittelschnitte, so bieten diese, schon bei schwacher Vergrößerung, einen überraschenden Anblick. Der ganze Kopf, mit Ausnahme des vom Gehirn und seinen Luftpolstern occupirten Hintertheiles, ist gleichsam nur ein einziger, großer Saugkasten.

Verfolgt man die tracheenartige Speiseröhre von der Brust herauf, so geht sie am Hinterhauptsloche angelangt, plötzlich in ein engeres, starrwandiges Rohr über, das gerade durch den Schlundring aufsteigend, inmitten des Schädels in einen weiten Behälter (Fig. 93) einmündet, von dem dann ein ähnliches Rohr zum Rüsselkanal abbiegt. Dieß Behältniß ist von sehr bemerkenswerthem Bau. Es besteht aus drei dicken, starren Wänden, die an den zwei Hinterkanten dieses dreiseitigen Kastens durch einen dünnen, sehr elastischen Hautstreifen verbunden sind. Die beiden vorderen Schlundplatten, so nennen wir diese Wände, bilden dagegen, allmählig einander sich nähernd, das vorerwähnte Ansatzrohr, das zum Rüssel hintritt. Der ganze Raum zwischen diesen drei Platten und dem Schädelgehäuse wird nun von Muskeln eingenommen, welche sich von diesem zu jenem hinüberspannen. Das Uebrige kann man sich denken. Will die Fliege saugen, so contrahirt

Fig. 98.
Mundtheile einer Rindsbremse (Tabanus). ol Oberlippe, k_1 und k_2 als Ober- und Unterkiefer gedeutete paarige Stechborsten.

Fig. 99.

Kopf sammt Mundtheilen eines Schnabelkerfs (Calocoris trivialis).
Au Facettaugen, k_1 borstenartige Ober-, k_2 Unterkiefer, k_3 rüsself. Unterlipp

Fig. 100.

Spitze des Wanzenschnabels. ta Tastborsten, st das aus dem Schnabel he gestoßene mit Widerhaken besetzte Stilet.

sie diese Muskeln, und die drei Platten des Saugkastens werden vermöge der eingeschalteten Zwischenbänder weit auseinander gezogen, so daß also schon bei einem einzigen Zug ein beträchtliches Blutquantum aufgenommen wird. Dies ganze Verhalten verificirt zugleich am Besten den oben geschilderten Bienensaugschlund, an dem aber, so gut wie bei gewissen anderen Fliegen, die Hinterplatte weniger entfaltet scheint. —

Sehr kurz können wir den „Schnabel" der **Wanzen** abthun. Er verdient eigentlich gar nicht als ein selbstständiges Kerf-Mundbesteck beschrieben zu werden; denn er ist weiter Nichts als eine etwas umgearbeitete zweite Auflage des Fliegenrüssels. Man nehme Fig. 55 und 99 zur Hand und stelle nun den Vergleich mit dem Conopidenschöpfer in Fig. 93 an. Tonangebend ist auch hier die Unterlippe, ein bald kurzes, bald im eingeschlagenen Zustand selbst bis zum Bauch zurückreichendes, von Muskeln erfülltes und oberseits rinnenartig ausgehöhltes Chitinrohr, das aber bei den ächten Wanzen oder Halbflüglern nicht bloß aus zwei, sondern meist aus vier Stücken oder Gliedern sich zusammensetzt. Das Ende dieses Rüssels ist freilich niemals knopfartig aufgetrieben; Fig. 100 lehrt aber, daß es sich gleichfalls in zwei Laden spaltet, welche, so gut wie bei den Dipteren, mit specifischen Tastorganen versehen sind, so daß eigene Lippentaster überflüssig wären. Indeß fehlen hier auch die Kiefervalpen, die bei den Fliegen (98 ta_2) einen wichtigen Dienst versehen.

Fig. 101.
Querschnitt durch das Mittelglied des Schnabels von Tropicoris rufipes. Vergr. ku Rüsselfurche. Darin die zu einem soliden Stachel in einander gefalzten Stechborsten (k_1-k_2.) m Muskeln.

Die klaffende Basis der oberständigen Rüsselrinne deckt die zungenförmige Oberlippe (Fig. 55 u. 99 ol) zu. Der Wanzenrüssel tritt aber nie wehrlos auf, wie das bei den Fliegen öfters geschieht, sondern immer als Stechrüssel, d. h. bewaffnet mit vier Kieferborsten (Fig. 55 und 99 k_1, k_2), welche, z. B. bei den Blattläusen, den Rüssel, ja im ausgestreckten Zustand selbst den ganzen Körper weit überragen und deßhalb in eine Schlinge umbiegen.

Fig 102.
Kopf sammt Rüssel (k_2) eines Falters. ta_3 Unterlippentaster.

Die völlige Identität mit dem Dipterenrüssel weist aber der Querschnitt in Fig. 101 (schematisirt in 106 d) nach. Die Unterlippe, zur Regierung ihrer Glieder, bis auf die Chitinscheide, ganz aus Muskeln gebildet, höhlt sich oberseits furchenartig aus. Die Ränder dieser Rinne neigen aber zusammen und machen sie so zu einem Rohr. In diesem Kanal sieht man nun eine dunkle Chitinscheibe mit vier Löchern (Fig. 101 k_1-k_2): der Querschnitt durch die vier an der Spitze mit Widerhaken versehenen Stechborsten, welche mittelst Falzen zu einem einzigen Stachel verbunden sind.

Fig. 103.
Der uhrfederartig zwischen den Tastern (ta_3) aufgerollte Rüssel (k_2) des Tagpfauenauges.

Burmeister glaubte, daß die durch den Anstich freigemachten Säfte durch die feinen Kapillarlumina der Borsten selbst aufsteigen.

Dies ist Unsinn; dazu ist das Lippenrohr. Das Pumpwerk selbst aber dürfte wohl dem der Dipteren gleichen.

Eine Betrachtung können wir dem Leser nicht schenken Der Fliegenrüssel entsteht aus dem Kaumaul der Larven und zwar, wie es scheint, als partielle Neubildung; der ihm völlig

Fig. 101.

Mundtheile eines Schwärmers, auseinandergelegt. ol Oberlippe, k_1 Oberkiefer. k_2 rinnenartige Unterkiefer (z. Th. abgeschnitten), la_2 zugehörige Taster. k_3 Unterlippenplatte, la_3 die betreffenden Taster.

gleichende Schnabel der Wanzen aber, die bekanntlich keine Umwandlung erfahren, direct aus den Anhängen der drei fötalen Kiefersegmente.

So sehen wir also in der That aus ziemlich, wo nicht ganz verschiedenen Anlagen Identisches sich entwickeln. —

Noch bälder sind wir mit dem Mund der **Falter** fertig. Er ist zwar der originellste von allen, aber auch der einfachste und einseitigste. Die Schmetterlinge begnügen sich gleichsam mit einem Theil des Immensuctoriums, nämlich mit dem Rüssel, wie er durch die Vereinigung der inwendig ausgefurchten (Unter-) Kieferladen entsteht, bei den Immen aber nicht bloß als Saugrohr, sondern auch als Zungenfutteral herhält. Die (bei der Raupe spinnende) Zunge mit Allem, was drum und

Fig. 105.
Querschnitt durch den Rüssel des Kiefernschwärmers. a Rücken. b Bauchnaht der beiden rinnenartigen Unterkiefer. l Rüsselkanal. c Luftrohr. m Muskeln.

dran hängt, einzig die großen Taster ausgenommen, fehlt aber hier. Desgleichen ist die Oberlippe nur ein dürftiges Läppchen (Fig. 104 ol), und aus den gewaltigen Oberkieferhaken, die bei der Raupe die erste Rolle spielen, sind, bei der totalen Umprägung des ganzen Körpers während der Verwandlung, die winzigen befransten Anhängsel (Fig. 104 k_1) geworden, deren Dasein die meisten Schmetterlingsspießer höchstens vom Hörensagen kennen. Es bleiben also in der That nur die Maxillen, die Mittelkiefer übrig, also jene Gebilde, die wir am Raupengefräß als Greifhände qualificirten (Fig. 82* k_2).

Und eben aus diesen artigen Speisehältern ist jenes lange, elefantenrüsselartig aufrollbare Saugrohr (Fig. 102, 103) hervorgegangen, womit insbesondere die Schwärmer, von Blüthe zu Blüthe schwebend, so viel Effect machen.

Der Bau der beiden Saugrohrladen (Fig. 104 k_2) ist uns schon nichts Neues mehr. Es sind gleichsam Wanzenrüsselscheiden, die aber nicht jedes für sich zum Saugkanal sich schließen, sondern den letzteren auf die Weise bilden, daß sie sich mit den Innenrändern horizontal aneinanderlegen. Man vergleiche dieserhalb nur Fig. 101 mit dem Falterrüsselquerschnitt

Fig. 106.

Schematische Zusammenstellung der wichtigsten Kerfmundtheile an Querschnitten. a Kaukerfe, b Hautflügler (Hummel), c Schmetterlinge, d Schnabelkerfe, e Zweiflügler. Die homologen Theile sind gleich bezeichnet resp. schraffirt und der Grad ihrer Größenentwicklung durch die Größe der Schnitte angedeutet. ol Oberlippe, k_1 Ober-, k_2 Mittel-, k_3 Hinterkiefer, ta_2, ta_3 die entsprechenden Taster.

in Fig. 105. Die Rüsselladen sind also auch hier Chitinhülsen, ganz mit längsläufigen Muskeln (m) ausgefüllt und von einem weiten Tracheenrohr (c) durchzogen, auf der Innenseite aber rinnenartig eingedrückt. Interessant ist der Zusammenschluß der Laden. Es sind zwei Führungen. Die obere (a) entsteht durch das Uebereinandergreifen der beiderseitigen dünnen Randsäume (a). Dies ist der Mittelstreifen, den man auf dem

Rüsselrücken wahrnimmt. Die untere Führung aber ist ganz originell. Beide Unterränder bestehen aus einer Reihe dicht auf einander folgender, dunkelbrauner Chitinklammern. Als Ganzes genommen, stellen diese zwei frei vorstehende Rinnen vor, wovon ein Rand der einen in der Höhlung der anderen läuft.

Eine solche Rinnenführung, wie wir sie nennen möchten, kennt allerdings auch die menschliche Technik. Warum sind aber am Falterrüssel diese Rinnen keine soliden, keine festen Theile, sondern eine Kette mittelst dünner Zwischenbänder vereinigter Halbringe; mit anderen Worten, warum ist die untere, feste Führung gegliedert? Warnm anders, als weil auch der Rüssel geringelt ist, und dies sein muß, wenn er, sobald der gewaltige Streckmuskel erschlafft, gleich einer angespannten Uhrfeder sich wieder spiralig einrollen soll?

Und zeigt uns nicht gerade dieses Beispiel, daß die Mechanik der Kerfe weit mehr Beachtung verdient, als man ihr gegenwärtig zu Theil werden läßt?

Da die Falter ihre flüssigen Lieblingsgerichte nicht in allen Blumen, bei denen sie speisen, schon aufgetischt finden, so ist die Rüsselspitze mit scharfen Dörnchen bewehrt, um die verschlossenen Nectarien aufzuritzen.

Am Raupenmund hat es sich gezeigt, daß die Taster der Unterlippe ganz unansehnlich sind. Beim Falter erlangen sie aber eine wichtige und wir müssen beisetzen, eine etwas seltsame Rolle. Bogenförmig nach Oben gekrümmt, und den eingerollten Rüssel beiderseits stützend und schützend (Fig. 103 ta_2), geben sie das Futteral, die Scheide desselben ab. Warum aber der Falterrüssel mit fremder Bedienung sich umgibt, und ihm nicht die zugehörigen Maxillartaster (Fig. 104 ta_2) selbst assistiren, vermögen wir nicht zu enträthseln, wir begreifen aber, warum diese und auch die übrigen außer Dienst ge-

setzten und feiernden Glieder des Faltermundes so gar kümmerlich aussehen.

Ob sie jemals ganz verschwinden werden, oder vielleicht doch eine kleine Nebenrolle spielen? —

Hier müssen wir leider dieses so interessante Kapitel abschließen, und laden den Leser ein, eine kurze Recapitulation an der Hand der Fig. 106 für sich allein vorzunehmen.

Organe der Ortsveränderung zu Lande und im Wasser.

Da von all' den mannigfaltigen Verrichtungen der Kerfbeine die Function des Gehens, also der Ortsveränderung auf dem festen Lande, doch die allgemeinste und wichtigste ist, so wollen wir auch ihren Bau, hauptsächlich mit Rücksicht auf diese Leistungen näher prüfen.

Der erste Abschnitt des Kerfbeins, auf dem das Gewicht des Körpers zunächst lastet, ist das Hüftglied, die Coxa. Sehr verschieden ist deren Einlenkung. Den freiesten Spielraum gewährt das Nußgelenk, wie wir es insbesondere bei den verhältnißmäßig luftig gebauten Haut- und Zweiflüglern sehen, und brauchen wir wohl nicht eigens zu bemerken, daß gerade bei den ersteren die Entwicklung ihrer socialen Zustände mit dem möglichst freien Gebrauch ihrer als Hände fungirenden Beingliedmaßen in engem Zusammenhang steht. Bei anderen Kerfen dagegen, zumal bei den sehr derb angelegten Käfern, besteht eine solidere Einlenkung, wobei die ganze Hüfte in einer tabernakelartigen Aushöhlung des Brustgebäudes sitzt und sich demgemäß nur um eine einzige Axe drehen läßt, wie solches aus der schematischen Fig. 108 ersichtlich wird, wo c die ideale Drehungsaxe und d die Hüfte vorstellt. Im angenommenen Falle ist also nur eine Vor- und Rückwärtsbewegung der Hüfte möglich, deren Excursionsweite von der Größe der Hüftpfanne, sowie von gewissen, leistenartigen Sperrvor-

richtungen (Fig. 107 I) abhängt, die einer weiteren Rotation ein Ziel setzen. Bei der sehr ungleichen Stellung, welche die Vorder-, Mittel- und Hinterbeine gegen den Stammkörper einnehmen, ist selbstverständlich auch ihre Rotationsweite eine verschiedene. Am ausgiebigsten erscheint sie an den Vorderbeinen, wo die Hüfte, um uns an den Hirschkäfer zu halten, aus der mittleren oder Normalstellung bei 60° vor- und rückwärts gedreht werden kann, im Ganzen also einen Bogen von (120°) beschreibt. Der Drehungswinkel am Mittelbein übersteigt dagegen kaum einen Rechten, doch findet sowohl Vor-, als Rückwärtsdrehung statt. Erstere fehlt dagegen an den Hinterhüften ganz und gar; sie können ausschließlich nur nach rückwärts bewegt werden.

Fig. 107.
Linkes Vorderbein eines Hirschkäfers. h Hüfte (coxa), r Schenkelring (trochanter), o Oberschenkel (f mur), u Unterschenkel-Schiene (tibia), f Fuß (tarsus).

Mit dieser verschiedenen Beweglichkeit der einzelnen Beine hängt auch die Zahl und Stärke der Muskeln zusammen, denen die Rotation der Hüfte obliegt. So besitzt nach Strauß Dürkheim die Vorderhüfte des Maikäfers fünf separate Muskeln, und zwar vier Vorwärts- und einen Rückwärtsroller, die Mittelhüfte eine gleiche Zahl, aber nur zwei Vorwärtsroller, während die Hinterhüfte für jede der genannten Bewegungen mit einem einzigen Muskel auslangt.

Wie diese Muskeln angreifen und überhaupt situirt sind, kann man am besten sehen, wenn man die Vorderbrust des Hirschkäfers von Innen bloslegt (Fig. 109).

Hier gewahrt man zunächst den dicken Muskel, der die

walzige coxa in ihrer cylindrischen Pfanne nach vorne dreht, das Bein also ausstrecken hilft, während zwei andere Stränge, welche die entgegen gesetzte Richtung nehmen, sich als Beuger (B) qualificieren.

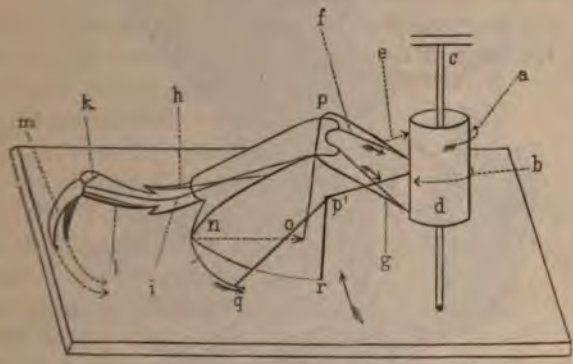


Fig. 108.
Zur Mechanik eines Insektenbeines.

d Hüfte, c die Drehungsaxe, a und b die Hüftmuskeln, e Trochantermuskel (Heber des Oberschenkels), f Strecker, g Beuger der Schiene (pn), n Endstachel der letzteren, h Beuger, i Strecker des Fußes, k Strecker, l Beuger der Krallen, po Beugestellung der Schiene, p^1q Bein nach seiner durch die Hüfte vermittelten Rückwärtsdrehung, p^1r bei gleichzeitiger Beugung der Schiene; die durch gleichzeitige Beugung (no) und Drehung (nq) bewirkte resultirende Bewegung der Schienbeinspitze zeigt die Kurve n r an.

In Fig. 108 sind die genannten Muskeln und ihre Wirkungsweise durch die Pfeile a und b gekennzeichnet.

Den zweiten Bestandtheil des normalen Kerfbeins, nämlich den Trochanter oder Schenkelring (Fig. 107 und 109 r) wollen wir uns, um die Sache zu vereinfachen, mit dem dritten Hebel d. i. dem Oberschenkel (femur) verwachsen denken, da auch

meistens die Bewegung aller beiderlei Theilen im gleichen Sinne geschieht.

Der vermittelst der extra auf den Trochanter übertragenen Körperlast entgegen wirkt der Zug des kleinen Trochantermuskels, in Fig. 109 durch den Pfeil e versinnlicht. Er kann als Oberschenkelheber bezeichnet werden.

Die Richtungsebene, in welcher der Oberschenkel, von der eben erwähnten Rotation abgesehen, sich bewegt, stellt bei den Kerfen genau mit jener des Unterschenkels und Fußes zusammen, indem alle insgesammt nur gehoben oder gesenkt, beziehungsweise gestreckt oder gebeugt werden. Darin liegt also ein wesentlicher Unterschied gegenüber den vollkommneren Wirbelthierextremitäten, bei welchen auch an den endständigen Hebelarmen eine ausgiebige Drehung möglich ist.

Fig. 109.
Wanderbein eines Hirschkäfers, aufgeschnitten, um die Muskeln zu zeigen. Fig. 108* Kniegelenk Gelenk. a Strecker b Beugemuskeln.

Die Muskeln, welche die Bewegung des Schienbeins und indirekt auch jene des Oberschenkels veranlassen, kennen wir bereits aus der Einleitung.

Sie bestehen aus einem Strecker, der die Oberseite des Femur einnimmt (Fig. 109 s, Fig. 108 f) und aus einem Beuger (Fig. 109 b, Fig. 108 g), der unter dem ersteren liegt.

Fig. 110.

Ein Carabus im Lauf begriffen. Drei Beine (L_1, R_2, L_3), nach vorne und vom Rumpfe abgewendet, treten in Aktion, während die übrigen (R_1, L_2, R_3), welche nach hinten gerichtet und dem Rumpfe genähert sind, die active, wirksame Bewegung eben beendet haben. ab, cd und ef sind die bei letzterer von der Schienenspitze verzeichneten und dem Rumpfe zulaufenden Kurven; bh, di und fg die davon sich entfernenden, welche während der passiven, unwirksamen Lageveränderung derselben Beine angeschrieben werden.

Wichtige Theile des Schienbeins sind die stelzenartigen Stacheln seiner Spitze (Fig. 108 u. 110 L. n), mit denen sich dieser Abschnitt unmittelbar auf den Boden stützt.

Der weitaus variabelste Abschnitt des Kerfbeins ist selbstverständlich sein Endstück, der Fuß oder Tarsus (Fig. 107 und 109 f), der, weil er mit dem zu überwindenden Medium in unmittelbare Berührung kommt, auch die mannigfachsten Anpassungen zu erdulden hat.

Die Aehnlichkeit der gesammten Architektonik der Kerfbeine mit jener der höheren Wirbelthiere kommt daher insbesondere hier zum Ausdruck. Gleich dem Wirbelthier- setzt sich nämlich auch der Kerffuß aus mehreren Stücken, den sog. Tarsengliedern zusammen, deren Zahl aber bei den Insekten nie mehr als fünf beträgt, während z. B. der Endabschnitt der Beine des bekannten Siebenfußes über 30 Stücke hat, ein neuer Beweis, daß die Zahl der Gliederthierringe, wenigstens an den Seitenaxen, keinerlei Beständigkeit besitzt.

Ein Unterschied im Vergleich zur Fußgliederung der höheren Wirbelthiere liegt aber zunächst darin, daß die einzelnen Stücke fast niemals gegeneinander geneigt sind, sondern meist sämmtlich in einer Geraden aufeinander folgen. Dagegen finden sich in der Art und Weise wie die Kerfe mit ihren Füßen auftreten, vielfache Anklänge an die Säugethiere. Viele Insekten, so namentlich die Falter, manche Neuropteren, Zwei- und Hautflügler, welche ihre Beine weniger zur Ortsbewegung als zur Stütze des Körpers verwenden, berühren, gleich den Katzen, den Boden nur mit der Spitze des Fußes oder mit den letzten Abschnitten. Die eigentlichen Laufkerfe dagegen sind wahre Sohlengänger, indem der ganze aus eng aneinander genieteten Gliedern bestehende Fuß auf dem Boden zu stehen scheint. Wir sagen scheint, weil dies faktisch nur selten ganz geschieht. Wenn wir nämlich den Langfuß eines Laufkäfers näher beobachten, so über-

zeugen wir uns, daß er, gleich unserem eigenen, nur an drei Punkten die Unterlage berührt, und zwar an der Ferse, welche durch die vorerwähnten Endstacheln der Schiene gebildet wird, dann mit dem bekrallten Endgliede und drittens, falls der Fuß die entsprechende Länge hat, noch mit einem mittleren Gliede, das so gleichsam zum Ballen des Fußes wird, und in der That häufig mit entsprechenden Anschwellungen versehen ist.

Die wichtigste Partie des Fußes ist das bereits erwähnte End- oder Krallenglied, so genannt, weil an seiner Spitze zwei hakig gebogene spitzige und oft kammartig gezähnte Klauen eingelenkt sind. Letztere sind zumal für die Vorder- und Mittelbeine wichtig, und dies nicht etwa bloß in der Eigenschaft als Kletterorgane, als welche sie geradezu unentbehrlich sind, sondern auch bei der gewöhnlichen Laufbewegung und bei mannigfachen anderen Verrichtungen. Häufig ist das Krallenglied sehr verlängert (Fig. 121 F), namentlich, man sehe sich nur die Hirschkäferbeine an, bei jenen Insekten, welche beim Klettern dickere Zweige umspannen müssen. Mitunter kommen dann zu den Haupt- auch noch kleinere Nebenkrallen dazu.

Die Bewegung des Fußes beschränkt sich gleichfalls auf Streckung und Beugung, also auf eine Vergrößerung oder Verringerung des Fußgelenkwinkels.

Die zugehörigen, außerordentlich schwer zu präparirenden Muskeln entspringen von der Unterseite der Tibia. Der Strecker (Fig. 108 h) greift an der Oberseite des ersten Fußgliedes an, während die lange derbe Chitinsehne des Beugers (k) durch sämmtliche Fußglieder hindurchtritt und sich an den Chitinbogen anheftet, der die beiden Krallen verbindet. Seine Contraction verursacht eine Biegung des ganzen Fußes. Sehr ergiebig fällt diese unter anderm bei manchen Bockkäfern

[illegible]

[illegible] kann. Mit Rückſicht auf die gegenſeitige Stellung der einzelnen Beinſtücke und auf die Natur der Materie, aus welcher ſie gemacht ſind, laſſen ſich die Kerfbeine mit elaſtiſchen Bögen vergleichen, die, wenn ſie von Oben her zuſammengedrückt werden, vermöge der ihnen innewohnenden Federkraft wieder in die Höhe ſteigen und ſo den Rumpf aufrecht erhalten.

Sehr anſchaulich zeigt ſich dies bei gewiſſen ſtelzbeinigen Bockkäfern, an denen ſich, wie an Kautſchukmännchen die Gehwerkzeuge, wenn man den Körper an die Unterlage andrückt, alsbald wieder gerade ſtrecken und zwar z. Th. ganz ohne Intervention der Muskeln, da dieſes Experiment auch an todten aber noch nicht ganz erſtarrten Thieren gelingt.

Wir wenden uns nun zur Analyſe der Gehbewegungen der Kerfbeine und der Gangart dieſer Thiere im Allgemeinen. Da dieſer Gegenſtand bisher noch wenig erforſcht iſt, wie es denn überhaupt mit der Mechanik

des Kerfleibes nicht zum Besten bestellt ist, so haben wir in jüngster Zeit eine Reihe von einschlägigen Beobachtungen und Experimenten angestellt, von denen wir hier nur die allerwesentlichsten Resultate vortragen.

Das ganze Locomotionsphänomen der Kerfe ist ein äußerst verwickelter Gegenstand und läßt sich leichter in seinen

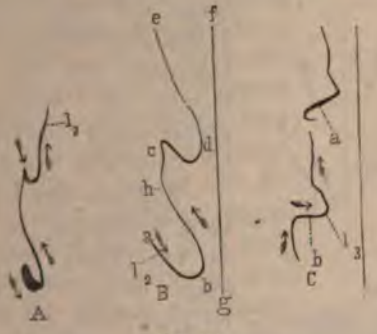


Fig. 111.

A Zwei von der Tibienspitze des linken Mittelbeins eines Hirschkäfers verzeichnete Schrittkurven in nat. Größe.

B Dasselbe vergrößert. kg die Längsaxe des Rumpfes, cd und ah die active nach innen, bc und de die passive nach außen gehende Kurve.

C Zwei vom linken Hinterbeine beschriebene Kurven. Hier laufen die wirksamen Kurven nicht nach innen und hinten, sondern theils gerade nach innen (b) theils schief nach vorne (a). Nat. Größe.

Detailerscheinungen als in seiner Totalität dem Verständniß nahe bringen.

Denken wir uns vorerst ein Insekt, z. B. einen Laufkäfer (Fig. 110), bloß mit Vorder- und Hinterbeinen gehend. Erstere seien nach vorne, letztere nach hinten gewendet.

Beginnen wir mit dem linken Vorderbein (Fig. 110 L_1). Selbes sei ausgestreckt und habe sich mittelst der scharfen Klauen und des spitzigen hypermodernen Fersenabsatzes auf der Unterlage fixirt. Was geschieht nun, wenn der Schienenbeuger sich

zusammenzieht? Da der Fuß und daher auch die Tibia eine feste Lage hat, so muß die Verkürzung des genannten Muskels eine Annäherung des Femur an die Tibia verursachen, wodurch aber auch der gesammte Körper mitgezogen wird. Dieser einzelne Bewegungsakt läßt sich sehr gut bei den Stabheuschrecken studiren, wenn sie sich vermittelst ihrer langen und gerade nach vorne gestreckten Vorderbeine an einem Zweige aufhängen, und dann durch Verkürzung der Schienenbeuger den Körper soweit emporziehen bis auch die Mittelbeine den Ast erreichen.

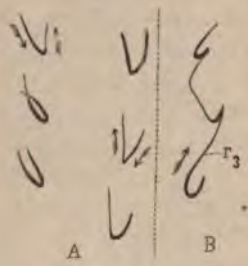


Fig. 112.
A Schleifkurven, beschrieben von den Schienenstacheln des rechten und linken Hinterbeines eines Dyticus marginalis.
B Dasselbe vom rechten Hinterbein (r_3) allein.
Nat. Größe.

Während aber die Vorderbeine durch Annäherung der freien Hebel an den fixirten Beinabschnitt den Körper weiter befördern, thun dies die Hinterbeine auf die gerade entgegengesetzte Art. Das Hinterbein sucht nämlich die Tibia auszustrecken, also den Kniewinkel zu vergrößern (R_3), und übt dadurch einen Stoß auf die Unterlage aus, wodurch der Körper gleichfalls eine Strecke vorwärts geschoben wird.

Wenn angenommen wurde, daß die Füße während der Streckung resp. der Beugung der Gliedmaßen fixirt bleiben, so kommt dies beim wirklichen Gehen niemals vor. Es wird nämlich nicht bloß der Ober- sondern auch der Unterschenkel eingezogen beziehungsweise ausgestreckt. Letzterer beschreibt also bei dieser scharrenden oder kratzenden Bewegung mit einer Spitze eine Gerade (Fig. 108 no), welche offenbar die Sehne ist zu jenem Kreisbogen, der von der Schiene resp. vom Fuß in einem nachgiebigen Medium, z. B. im Wasser *beschrieben* würde.

Aber auch diese Bewegung erfolgt äußerst selten und beim wirklichen Gehen niemals. Wenn wir nämlich von Neuem wieder das Vorderbein ins Auge fassen und zwar in dem Momente, wo es nach erfolgter Fixirung (Fig. 110 L1) wieder gebeugt wird, so bemerken wir, daß gleichzeitig auch die Hüfte um einen bestimmten Winkel nach rückwärts gedreht wird. Vermöge letzterer Bewegung allein würde die Schiene den Bogen nq (Fig. 108) verzeichnen. Diese Bahn aber in Verbindung mit der durch die Beugung der Schiene erzielten geradlinigen Verschiebung (no) gibt einen resultirenden Weg (nr) und dieser ist es, der vom bemalten Fuß auf einer geeigneten Unterlage, z. B. einem Bogen Papier, auch wirklich angeschrieben wird, vorausgesetzt aber, daß inzwischen der Körper nicht durch andere Kräfte vorwärts geschoben wird. In dem letzteren Falle, und dieser trifft ja beim Laufen durchwegs zu, wird nämlich der Rumpf mit sammt dem Beine, welches eben seine Curve verzeichnet, mit einer dem erlangten Bewegungsmoment entsprechenden Geschwindigkeit eine Strecke nach vorne verrückt, was zur Folge hat, daß die Fußcurve von ihrem Anfang (n) gegen ihr Ende (r) zu sich stärker nach vorne umbiegt, ähnlich wie ein Mensch, der auf einem in Bewegung befindlichen Schiffe dasselbe in querer Richtung durchschreitet, im Ganzen doch schief nach vorne sich bewegt, indem sich sein Weg mit dem des Schiffes zu einer resultirenden Ortsveränderung im Raume vereinigt.

Fig. 113.
Dasselbe von den beiden Hinterbeinen des Maikäfers. a der active und verdickte Kurvenabschnitt. Nat. Größe.

So wie mit dem Vorder- steht es mit dem Mittel- und Hinterbein, die gleichfalls eine doppelte Bahn machen müssen, doch so, daß die geradlinige nicht während der Beugung,

sondern während der Streckung verzeichnet wird, wobei aber, ganz wie am Vorderbein, die betreffende Gliedmaße (R_3) dem Körper allmählig genähert wird.

Haben die Beine das Maximum ihrer Beugung, beziehungsweise der Streckung, also das Ende der jedesmaligen activen Bahn erreicht, dann beginnt die entgegengesetzte oder die Rückbewegung, d. h. die Vorderbeine strecken sich wieder aus, während die übrigen ihre Hebel wieder aneinanderziehen.

Dabei wird, wie die autographirenden Beine uns sehen lassen, die Gliedmaße entweder ein wenig aufgehoben, um keine unnöthige Reibung zu verursachen, oder sie bleibt auch während des passiven Schrittes mit ihrem Bewegungsmittel in geringem Contacte.

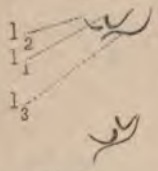


Fig. 114.
Dasselbe vom linken Vorder- (l_1), Mittel- (l_2) und Hinterbein (l_3) eines Carabus cancellatus.
Nat. Größe.

Eine lehrreiche Uebersicht der besprochenen Verhältnisse gewähren zunächst die Curven zweier Schritte, wie sie das linke Vorderbein eines Hirschkäfers vermittelst der Tibienspitze angeschrieben hat (Fig. 111 A, B). Wir sehen zwei Curven. Die dicke gegen die Körperaxe gerichtete (ab) entspricht dem wirksamen Act einer einzelnen Gangfunction, die den Körper eine Strecke vorwärts bringt, die dünnere dagegen, wir möchten sagen der Haarstrich (bc), die aber nur selten ganz deutlich aufgezeichnet wird, kommt von der effectlosen Rückbewegung her, durch welche das Insekt wieder der wirksamen Stellung (c) entgegengeht. Sie entfernt sich zunächst eine Strecke weit vom Körper, um (vergl. auch c) sich dann wieder demselben zu nähern, aber natürlich so, daß sie mit dem Anfangspunkt der nächstfolgenden activen Curve (cd) zusammenfällt. Es ist einleuchtend, daß auch die passive Curve nicht der Ausdruck der ausschließlich vom Bein vollführten Bewegung ist, denn

dieses wird ja, während es seiner Ruhelage zustrebt, wider Willen mit dem übrigen Körper vorwärts getragen.

Sehr instructiv sind auch die schnörkelartigen Linien, welche der Schwimmkäfer (Dyticus) mit den immensen Stacheln der Hinterschiene anschreibt (Fig. 112 A).

Die Ablenkung und Modification der activen Schrittbahn durch den von den übrigen Beinen gelieferten Bewegungsfactor wird ganz ausgezeichnet schön durch die Curven illustrirt, welche die Hinterschienenspitzen eines Mai- (Fig. 113) und eines Hirschkäfers (Fig. 111 c) verzeichnen. Der wirksame Schattenstrich läuft hier nicht von vorne nach hinten, wie es der activen Beinbewegung entspräche, sondern entweder gerade nach einwärts (Fig. 111 C b) oder sogar etwas nach vorne. Beim Maikäfer und schöner noch beim Gartenlaufkäfer präsentiren sich die Hinterbeincurven als schraubenartige Linien (Fig. 114 l_2), während das Geschreibsel der übrigen Gliedmaßen (l_1. l_3) weit einfacher ist.

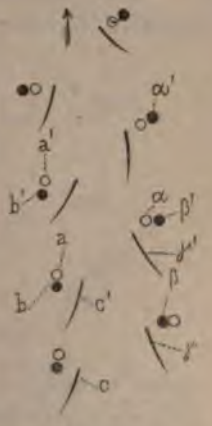


Fig. 115.
Fährten eines Schwarzkäfers (Blaps mortisaga), verzeichnet durch die verschieden bemalten Tibienspitzen. • Vorder-, ○ Mittel-, | Hinterbeinspuren. Nat. Größe.

Nachdem wir jetzt eine beiläufige Kunde haben von den Bewegungen, welche die einzelnen Beine für sich allein machen, Bewegungen, welche aber offenbar, je nach dem Bau dieser Anhänge, sehr verschieden ausfallen, handelt es sich nunmehr um das Zusammenspiel, um den Totaleffect sämmtlicher ortsverändernden Gliedmaßen, also um den Gang und Tact des gesammten Fußwerkes.

Im Gegensatz zu den Raupen und vielen anderen Kriech-

Thieren, die ihre Beine, und zwar gezwungen durch die wurmartige Contractionsweise des Hautmuskelschlauches, paarweise von hinten nach vorne in Action setzen, bewegen sich die Beine der ausgewachsenen Kerfe in umgekehrter Richtung und keineswegs paarweise, sondern abwechselnd, oder besser gesagt, in diagonaler Richtung, wie wir Solches auch beim Gange der meisten Säuger beobachten.

Zur Prüfung des Kerfmarsches wählt man aus nahe liegenden Gründen solche Insekten, die sehr lange Beine haben und welche zugleich langsame Geher sind.

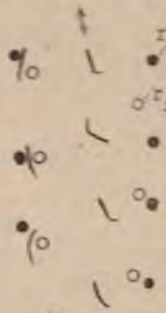


Fig. 116.
Dasselbe von einem Thier, das quer über eine Ebene lief, die 30° gegen den Horizont geneigt war, wodurch die Stellung der Beine verändert wurde. Nat. Größe.

Man kann die Kerfe, nach der Art, wie sie ihre Beine füreinander setzen, doppelte Dreifüße nennen. Es werden nämlich immer je drei Beine gleichzeitig oder doch fast gleichzeitig in Bewegung gesetzt, während die übrigen inzwischen den Körper stützen, worauf sie ihre Rolle vertauschen.

Genauer verhält es sich in der Regel so. Zuerst tritt (Fig. 110) das linke Vorderbein (L_1) aus, dann folgt das rechte Mittel- (R_2) und das linke Hinterbein (L_3). Während dann das linke Vorderbein sich zu beugen, also die Rückwärtsbewegung beginnt, streckt sich das rechte Vorderbein aus, worauf, in gleicher Reihenfolge wie am ersten Dreifuße, das linke Mittel- und das rechte Hinterbein gehoben wird.

Zu sehr interessanten, aber für den Laien allzu trockenen Erörterungen gäbe die Wechselfolge und Stellung der Spuren Veranlassung, welche von den Kerfbeinen während des Laufes hinterlassen werden, wenn man sie früher mit geeigneten ab-

ıden Substanzen bemalt, was aber, und namentlich bei
ren Formen, nicht wenig Geduld verlangt.

Verfolgen wir zum Exempel zunächst die Fährten eines
ırzkäfers (Fig. 115). Das Insekt beginne seine Bewegung.
inke Vorderbein stehe in a, das rechte Mittelbein in β,
inke Hinterbein in c. Die entsprechenden Gliedmaßen
ıderen Dreifußes in α, b, γ. Nach dem ersten Schritt
der anfangs genannte Dreifuß
a^1, β^1, c^1, der zweite dagegen
e^1, b^1, γ^1 vor.

Dabei fallen die Beinspuren der
ıanderfolgenden Schritte ganz oder
ıast ganz aufeinander, wie solches
aus den Fährten eines Todten=
rs in Fig. 117 erhellt.

Da die Vorderbeine nach vorne
die hinteren nach rückwärts ge=
sind, während die mittleren sich
stellen, so ist auch klar, weßhalb
bdrücke der letzteren (l_2, r_2) zu
t stehen.

Das herrlichste Zeugniß für die
zu pedantische Exactheit und
ıtesse des Gehwerkes der Kerfe
e Thatsache, daß bei den meisten

Fig. 117.
Beinfährten vom Necrophorus vespillo. Nat. Größe.

n und gerade bei den schnellfüßigsten, die, sei es, wenn
flüchten, oder wenn sie eine Beute erjagen, auf ihre
ungsmittel sich vollständig müssen verlassen können,
sie sich nun langsamer oder in einem rascheren Tempo
n, die Distanzen der Tritte, sowohl der Länge als der
nach gemessen, kaum um Haaresbreite von einander diffe=
und dies auch dann noch, wenn man den Fuß ab=
t und die Kerfe auf den Fersenspitzen laufen müssen.

Daraus, daß der Rumpf der Kerfe auf seinen Seiten abwechselnd von zwei Beinen und von einem ge- wird, läßt sich schon a priori schließen, daß er währe Ganges bald nach rechts bald nach links sich neigt, u auch die Bahn, welche ein bestimmter Punkt desselben z legt, keine geradlinige sein kann. Und dies ist sie auch i That nicht.

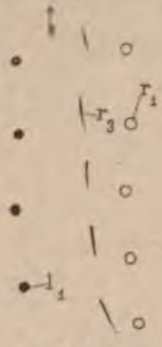


Fig. 118.
Von einem anderen Thier, das sich zum Laufen nur dreier Beine (r_1, l_3, r_3) bedienen konnte, die nun anders als im normalen Zustande gestellt werden. Nat. Größe.

Bei manchen Kerfen, z. B. T chodes, Meloë u. s. w., die währe des Laufes ihre Hinterleibsspitze n dem Boden bringen, oder denselben g berühren, erhält man durch Bemal derselben oft eine ausgezeichnet re mäßige Kurve, die einer sog. Sin linie (Fig. 119) nahe kommt.

Die Locomotionsmaschine der K kann auch insoferne ein doppelter T fuß genannt werden, als die meisten sekten und vorzüglich die mit e breiten Rumpf versehenen, sich leicht telst eines dieser zwei Dreifüße Gleichgewicht zu erhalten vermöge beim Gehen sowohl als beim St mit einem dieser Dreifüße sogar besser fahren, als mit Beinen.

Im letzteren Fall, d. h. wenn man einem Insekt ein Beine abschneidet, vermag sich der Rumpf nur äußerst s im Gleichgewicht zu erhalten, und ist also wenig Aussicht handen, daß die Insekten jemals Vierfüßler werden. —

Nöthigt man aber die Insekten, auf drei Beinen zu la so macht man die interessante Erfahrung, daß sie diese um den Abgang der übrigen zu decken, etwas anders s und an das Medium heranbringen, als wenn auch der z

dieses wird ja, während es seiner Ruhelage zustrebt, wider Willen mit dem übrigen Körper vorwärts getragen.

Sehr instructiv sind auch die schnörkelartigen Linien, welche der Schwimmkäfer (Dyticus) mit den immensen Stacheln der Hinterschiene anschreibt (Fig. 112 A).

Die Ablenkung und Modification der activen Schrittbahn durch den von den übrigen Beinen gelieferten Bewegungsfactor wird ganz ausgezeichnet schön durch die Curven illustrirt, welche die Hinterschienenspitzen eines Mai- (Fig. 113) und eines Hirschkäfers (Fig. 111 c) verzeichnen. Der wirksame Schattenstrich läuft hier nicht von vorne nach hinten, wie es der activen Beinbewegung entspräche, sondern entweder gerade nach einwärts (Fig. 111 C b) oder sogar etwas nach vorne. Beim Maikäfer und schöner noch beim Gartenlaufkäfer präsentiren sich die Hinterbeincurven als schraubenartige Linien (Fig. 114 l_3), während das Geschreibsel der übrigen Gliedmaßen (l_1. l_2) weit einfacher ist.

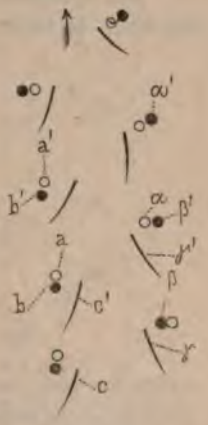


Fig. 115.
Fährten eines Schwarzkäfers (Blaps mortisaga), verzeichnet durch die verschieden bemalten Tibienspitzen. • Vorder-, ○ Mittel-, ! Hinterbeinspuren. Nat. Größe.

Nachdem wir jetzt eine beiläufige Kunde haben von den Bewegungen, welche die einzelnen Beine für sich allein machen, Bewegungen, welche aber offenbar, je nach dem Bau dieser Anhänge, sehr verschieden ausfallen, handelt es sich nunmehr um das Zusammenspiel, um den Totaleffect sämmtlicher ortsverändernden Gliedmaßen, also um den Gang und Tact des gesammten Fußwerkes.

Im Gegensatz zu den Raupen und vielen anderen Kriech-

Daraus, daß der Rumpf der Kerfe auf seinen beiden Seiten abwechselnd von zwei Beinen und von einem getragen wird, läßt sich schon a priori schließen, daß er während des Ganges bald nach rechts bald nach links sich neigt, und daß auch die Bahn, welche ein bestimmter Punkt desselben zurücklegt, keine geradlinige sein kann. Und dies ist sie auch in der That nicht.

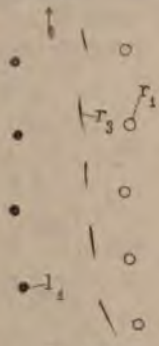


Fig. 118.
Von einem anderen Thier, das sich zum Laufen nur dreier Beine (r_1, l_2, r_3) bedienen konnte, die nun anders als im normalen Zustande gestellt werden. Nat. Größe.

Bei manchen Kerfen, z. B. Trichodes, Meloë u. s. w., die während des Laufes ihre Hinterleibsspitze nahe dem Boden bringen, oder denselben ganz berühren, erhält man durch Bemalung derselben oft eine ausgezeichnet regelmäßige Kurve, die einer sog. Sinuslinie (Fig. 119) nahe kommt.

Die Locomotionsmaschine der Kerfe kann auch insoferne ein doppelter Dreifuß genannt werden, als die meisten Insekten und vorzüglich die mit einem breiten Rumpf versehenen, sich leicht mittelst eines dieser zwei Dreifüße im Gleichgewicht zu erhalten vermögen, ja beim Gehen sowohl als beim Stehen mit einem dieser Dreifüße sogar besser fahren, als mit vier Beinen.

Im letzteren Fall, d. h. wenn man einem Insekt ein Paar Beine abschneidet, vermag sich der Rumpf nur äußerst schwer im Gleichgewicht zu erhalten, und ist also wenig Aussicht vorhanden, daß die Insekten jemals Vierfüßler werden. —

Nöthigt man aber die Insekten, auf drei Beinen zu laufen, so macht man die interessante Erfahrung, daß sie dieselben, um den Abgang der übrigen zu decken, etwas anders stellen und an das Medium heranbringen, als wenn auch der zweite

Dreifuß in Thätigkeit ist. Man vergleiche zu diesem Endzwecke Fig. 117 und 118. Erstere zeigt die Fußfährten eines mit allen sechs Beinen laufenden Todtengräbers, letztere dasselbe vom nämlichen Thiere, dem aber nur das rechte Vorder-, das linke Mittel- und das rechte Hinterbein zur Verfügung stehen. Man sieht hier, daß die Hinterbeinspur der rechten Seite (r_3) den Mittelbeinfährten der linken Seite genähert sind, und dann ferner, daß das rechte Vorderbein (r_1), um den Ausfall des Mittelbeins zu ersetzen, weiter nach rechts ausgreift.

Eine ähnliche, ganz von der Willkür des Thieres abhängende Anpassung der Beinstellung kann man auch beobachten, wenn man Insekten, die nicht mit entsprechenden Haftlappen versehen sind, dazu zwingt, über schiefe Flächen wegzulaufen. Fig. 115 gibt die Fußfährten eines auf einer Horizontalebene laufenden Schwarzkäfers. Fig. 116 hingegen die Beinspuren des gleichen Thieres, das quer über eine mäßig geneigte Fläche ging. Hier hängt sich gleichsam das Thier mit seinen nach oben gerichteten Vorder- und Mittelbeinen (r_1, r_2) auf, weßhalb auch die beiderseitigen Abdrücke weiter auseinander zu liegen kommen als bei der normalen Gangart.

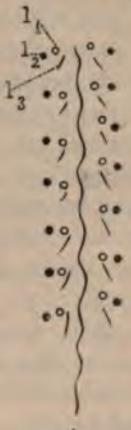


Fig. 119.
Gangspuren von Trichodes.
Die mittlere Sinuslinie wurde von der Hinterleibsspitze beschrieben, die mit rythmisch sich ändernder, aber im Holzschnitt nicht gut wiedergegebener Stärke an die Unterlage angedrückt wird. Nat. Größe.

Die Leser, welche mit dem Gange der Krebse vertraut sind, wird es gewiß nicht überraschen, zu hören, daß auch viele Kerfe die löbliche Kunst des Rückwärtsgehens verstehen, wobei einfach die Hinterbeine ihre Rolle mit den Vorderbeinen wechseln. Am Gewandtesten sind hierin, wie vorauszusehen, Kerfe, welche, wie z. B. die Grillen,

gracilis, sondern ziemlich steif und hölzern ausfallen. Die eigentlichen Kletterorgane, nämlich die scharfen, leichtbeweglichen Fußkrallen, kennen wir bereits. Mit ihrer Hilfe können sich gewisse Insekten, wie z. B. die Maikäfer, ketten-

Fig. 120.
Rechtes Sprungbein einer Heuschrecke (Stenobothrus pratorum) ♂. o Oberschenkel, u Schiene, f Fuß. Der Oberschenkel trägt an der Innenseite eine mit federnden Zäpfchen besetzte (Schrill-) Leiste (schr). Bei a gehen diese Schrillzäpfchen in gewöhnliche Haare über.

artig an einander hängen, ja die Bienen und Ameisen verbinden sich auf diese Art zu lebendigen Guirlanden und Brücken.

Zu den Chitinhaken gesellen sich dann häufig noch allerlei Lappen und Ballen von klebriger Beschaffenheit, mit deren

der Stellung der Sprunghebel, schief nach oben und vorne oder auch in ganz vertikaler Richtung.

Wenn wir den Heupferden die Ehre anthaten, das Geschlecht der hüpfenden Insekten zu vertreten, so soll damit nicht gesagt sein, daß gerade sie die besten Springer wären. Da die Sprunghöhe einerseits vom Gewicht des emporgeschnellten Körpers und andererseits vom Querschnitt der Muskeln abhängt, welche bei ihrer momentanen Zusammenziehung jenen Rückstoß verursachen, welcher den Zug der Schwere überwindet, so begreift man, daß in dem Stücke das Meiste von kleinen Thieren mit dicken Schenkeln zu erwarten ist. Ein, wie es scheint, unübertroffener Meister in diesem Genre ist der Floh, der das Zweihundertfache seiner eignen Höhe abspringen soll. Sehr Anerkennenswerthes leisten übrigens auch gewisse Käfer und Wanzen, sowie auch etliche Zwei- und Hautflügler (Tachydromia, Chalcis, Jassus u. s. w.), bei denen, wie überhaupt bei guten Flugthieren diese Gewohnheit sonst wenig in Schwung und in der That auch leicht zu entbehren ist.

Manche Insekten hüpfen aber nicht mit Hilfe der Beine, sondern es gibt eine Reihe anderer, und z. Th. sehr wirksamer Sprungeinrichtungen, wie z. B. die Springschwänze der Thysanuren (Fig. 122). Die originellste Springfeder besitzen aber doch die Schnellkäfer.

Eine unter den Kerfen sehr weit, ja fast allgemein verbreitete Art der Ortsveränderung ist das Klettern. In gewisser Hinsicht ersetzt das Vermögen hiezu den Mangel von Flügeln und besteht, man denke nur an die Stubenfliege, oft noch neben diesem, wodurch eine Vielseitigkeit der Bewegung sich ergibt, wie sie bei anderen Thierklassen ganz unerhört ist.

Die besten Kletterer sind selbstverständlich die auf Bäumen und Sträuchern lebenden Insekten, wie z. B. die Bockkäfer und Stabheuschrecken. Diese kann man geradezu die Affen des Kerfgeschlechtes nennen, wenn ihre Bewegungen auch minder

Fallgruben, die Todtengräber, vor Allem aber die Grabwespen, die oft in kürzester Zeit im härtesten Erdreich schuhtiefe Löcher auswerfen, sowie die werrenartigen Scheusale bieten bekannte Beispiele. Letztere könnte man in den Kerftypus übersetzte Maulwürfe nennen. Ihr Kopf, im Verein mit der riesigen Vorderbrust formirt einen kräftigen Bohrer, der sich mit erstaunlicher Geschwindigkeit in den Boden hineinzuwühlen versteht. Auch ihre zum Graben verwendeten Vorderbeine (Fig. 121 H) dürfen hinsichtlich der ganzen Einrichtung mit den besten künstlichen Grabinstrumenten concurriren und haben bei einigen Arten den wenig anpassungsfähigen Fußabschnitt gänzlich eingebüßt, während sich die kurze Schiene zu einer rechenartig gezahnten Schaufel verbreitert.

Wir gehen nun auf das zweite Medium, nämlich auf das flüssige über, in dem die Insekten meist gleichfalls mit Hilfe der Beine sich fortbewegen.

Es ist eine für die Erkenntniß der ursprünglichen Zustände der Kerfe gewiß hochbedeutsame Erscheinung, daß viele in ihrer Jugend im Wasser sich aufhalten, so bald sie aber die Geschlechtsreife erlangt, demselben ungetreu werden und sich an das Land zu ihren übrigen Brüdern begeben. Am bekanntesten unter diesen die Abwechslung liebenden Kerfen sind wohl gewisse Mücken, sowie die Libellen und andere Netzflügler, die an stillen, warmen Sommertagen mit ihren wunderlieblichen Fittichen unsere Quellen und Teiche umflattern.

Fig. 122.
Gabelschwanz (Lepidocyrtus curvicollis). Vergr. ga unter den Bauch eingeschlagene Springgabel.

Von Kerfen hingegen, die auch im vollendeten Zustande im Wasser leben, gibt es verhältnißmäßig nur Wenige

Hilfe die Insekten sich gleichsam anleimen. Um auch dickere Zweige leichter zu umspannen, hat der Kerfkletterfuß auch eine größere Beweglichkeit, als dort, wo er nur als Sohle dient. — Förmliche Greiffüsse tragen viele Schmetterlinge (Fig. 123). Zu den langen, beweglichen Krallen kommen

Fig. 121.
Einige der auffallendsten Modificationen von Kerfbeinen. A einer Mücke, B Sprungbein von Myrmecophila acervorum, C von Alydus sinuatus, D Fußende einer Fleischfliege mit Haftlappen, E vom wandelnden Blatt, G taschenmesserartiges Raubbein von Nauceoris cimicoides. Hier fehlt der Fußabschnitt ganz. F Tibia von Xya variegata, H Scharrfuß einer mexikanischen Werre (Scapteriscus didactyla) tr Trommelfell.

hier noch weichere, fingerförmige Hautlappen hinzu, die ohne Zweifel auch ein feines Tastgefühl vermitteln.

Einen Gebrauch müssen wir noch anführen, den die Kerfe von ihren Beinen auf dem festen Lande machen: das Scharren und Graben.

Die Larven des Ameisenlöwen und Tigerkäfers mit ihren

Fallgruben, die Todtengräber, vor Allem aber die Grabwespen, die oft in kürzester Zeit im härtesten Erdreich schuhtiefe Löcher auswerfen, sowie die werrenartigen Scheusale bieten bekannte Beispiele. Letztere könnte man in den Kerftypus übersetzte Maulwürfe nennen. Ihr Kopf, im Verein mit der riesigen Vorderbrust formirt einen kräftigen Bohrer, der sich mit erstaunlicher Geschwindigkeit in den Boden hineinzuwühlen versteht. Auch ihre zum Graben verwendeten Vorderbeine (Fig. 121 H) dürfen hinsichtlich der ganzen Einrichtung mit den besten künstlichen Grabinstrumenten concurriren und haben bei einigen Arten den wenig anpassungsfähigen Fußabschnitt gänzlich eingebüßt, während sich die kurze Schiene zu einer rechenartig gezahnten Schaufel verbreitert.

Wir gehen nun auf das zweite Medium, nämlich auf das flüssige über, in dem die Insekten meist gleichfalls mit Hilfe der Beine sich fortbewegen.

Es ist eine für die Erkenntniß der ursprünglichen Zustände der Kerfe gewiß hochbedeutsame Erscheinung, daß viele in ihrer Jugend im Wasser sich aufhalten, so bald sie aber die Geschlechtsreife erlangt, demselben ungetreu werden und sich an das Land zu ihren übrigen Brüdern begeben. Am bekanntesten unter diesen die Abwechslung liebenden Kerfen sind wohl gewisse Mücken, sowie die Libellen und andere Netzflügler, die an stillen, warmen Sommertagen mit ihren wunderlieblichen Fittichen unsere Quellen und Teiche umflattern.

Fig. 122.
Gabelschwanz (Lepidocyrtus curvicollis). Vergr. ga unter den Bauch eingeschlagene Springgabel.

Von Kerfen hingegen, die auch im vollendeten Zustande im Wasser leben, gibt es verhältnißmäßig nur Wenige

Am bekanntesten sind die Wasser- und Schwimmkäfer, sowie die verschiedenen Wasserwanzen, die mit Ausnahme weniger aber alle so organisirt sind, daß sie eine Zeitlang auch in der freien Luft existiren können.

Aus dem Umstande, daß die in Rede stehenden Kerfe nicht bloß dem Wasser-, sondern auch dem Luftleben angepaßt sind, sowie speciell aus der Beschaffenheit ihrer Flugorgane müssen wir schließen, daß sie die letzteren, wenigstens in der Vollkommenheit, wie sie sie gegenwärtig besitzen, in der Luft erworben haben, daß sie also, wie schon mehrfach die Rede war, zuerst aus dem Wasser in die Luft und dann erst aus diesem wieder in das erstere Medium übergesiedelt sind. Eine solche Rückwanderung in ihr ursprüngliches Element läßt sich, von andern Veranlassungen, abgesehen, um so leichter begreifen, als die Mehrzahl der heutigen Wasserkerfe ein räuberisches Leben führen, wozu sie in diesem Medium die beste Gelegenheit finden.

Fig. 123.
Kletter- und Greiffuß eines Schmetterlings (Argymnis cynara). k Krallen, f fingerartige Hautlappen.

Eine gewiß höchst merkwürdige, aber leicht erklärliche Erscheinung ist auch die, daß gewisse Kerfe, die im ausgebildeten Zustand sonst niemals das Wasser aufsuchen, wohl aber dort ihre Jugendzeit zubringen, zum Zwecke der Eierablegung nicht bloß hart über dasselbe hinschweben oder den Hinterleib darin eintauchen, sondern sich ganz in dasselbe hineinwagen. So steigt, nach v. Siebolds köstlichen Beobachtungen, das schlanke Wasserfräulein an einem Binsenschafte, den sie als Leiter benützt, oft einige Schuh tief unter den Wasserspiegel hinab und einige kleine Schlupfwespen schwimmen sogar mit Hilfe ihrer ruderartigen Flügelchen.

Der Aufenthalt im Wasser setzt bekanntlich vor Allem

ein verhältnißmäßig geringes Eigengewicht voraus. Mit Rücksicht darauf könnten aber die Kerfe sammt und sonders im Wasser leben; denn ihr von zahlreichen Lungenbäumen durchzogener Körper hat eine beträchtlich geringere Dichte als dieses. Wir brauchen uns deßhalb auch gar nicht darüber zu verwundern, daß die sogenannten Wassertreter, ausgerüstet mit übermäßig langen dünnen Beinen, fast ohne das flüssige Medium zu berühren, über dasselbe dahinschreiten und daß gewisse Springschwänze (Podura aquatica) auf dem Spiegel der Wassertümpel förmliche Ballete aufführen. Viel größere Anstrengung, als sich über Wasser zu erhalten, kostet es aber die meisten Kerfe, sich in demselben unterzutauchen. Dieß zeigt schon die Beobachtung, daß gewisse Insekten, wenn sie vom Grund eines Bassins durch irgend einen Zufall, oder um Athem zu holen, an die Oberfläche kommen, oft eines besonderen Haltes, z. B. eines Pflanzenstengels bedürfen, um wieder in die Tiefe zu gelangen.

Fig. 124.
Flügelverbindung des Todtenkopfschwärmers. Die Vorderflügelbasis trägt innerlich ein röhrartig umgestülptes Plättchen (h), durch das eine vom Vorderrand des Hinterflügels entspringende Borste (b) geht.

Wenn wir, um uns über die **Schwimmbewegungen** der Kerfe zu orientiren, einen geläufigen Repräsentanten, z. B. einen Dyticus in's Auge fassen, so erscheint derselbe seinem Elemente auf eine wirklich bewunderungswürdige Weise angepaßt. Der Stamm gleicht einem Kahne. Nirgends ein vorspringender Punct, eine scharfe Ecke, die der Bewegung unnöthigen Widerstand leistete; „in der Mitte schwellend, gegen die Enden zugespitzt, spaltet er, einem Keile gleich, den Widerstand des Wassers". Nicht minder zweckmäßig, wie die zu bewegende Last erscheinen die bewegenden Theile, die Ruder eingerichtet. Daß die Hinterbeine dazu herhalten müssen,

ergibt sich schon aus ihrer Stellung, genau in der Mitte des Körpers, wo dieser zugleich am breitesten ist. Auch bei andern Kerfen werden diese unwillkürlich zum gleichen Zwecke benutzt, sobald man sie in's Wasser setzt. Die Schwimmbeine der Wasserkäfer sind aber Ruder von ganz eigener Construction, wie sie eben nur durch die Reichhaltigkeit der Mittel eines Organismus hergestellt werden können. Sie werden aber nicht, wie andere Beine im Hüft-, sondern im Fußgelenke gedreht. Die Coxa ist nämlich mit der Brustwand völlig verwachsen. Die betreffenden Muskeln (Fig. 59 v h m pag. 96) an Gewicht alle anderen Weichtheile zusammengenommen übertreffend, greifen also direct an der großen, flügelförmigen Sehne des Oberschenkels an, und strecken und beugen das Bein in einer der Bauchwand hart anliegenden Ebene. Das eigentliche Ruder bildet aber der Fuß (Fig. 59 f). Er ist sehr verlängert und noch mehr verbreitert und kann durch separate Muskeln derart gedreht und gewendet werden, daß er bei der unwirksamen Bewegung, d. i. bei der Beugung, die schmale Kante nach vorne, also dem zu verschiebenden Medium zukehrt, sobald aber der wirksame Stoß ausgeführt werden soll, und das Bein mit großer Gewalt ausgestreckt wird, mit seiner ganzen Breite in das Wasser einschneidet. Diese wirksame Ruderfläche wird noch bedeutend vergrößert durch die am Fußrande entspringenden Borsten, die im entscheidenden Momente sich ausspreizen.

Es weiß Jeder, daß die Ruderstangen der Schwimmkäfer stets gleichzeitig und in regelmäßigem Tacte auf und nieder gehen. Sobald man dagegen einen Dyticus auf das Trockene also auf ein unnachgiebiges Medium bringt, so handhabt er die Hinterbeine ganz nach Art der übrigen Landkerfe, d. h. sie werden abwechselnd eingezogen und wieder ausgestreckt, wie dies aus den betreffenden Fährten (Fig. 112 A) deutlich genug hervorgeht. Wir lernen daraus, daß diese Wasserkerfe die Gangart der Landinsekten noch nicht verlernt haben.

In der Regel[illegible], welche die häufigen Ruderschläge ergeben, kommt als bewegende Kraft aber noch der Auftrieb des Wassers hinzu. Stünde der Käfer horizontal im Wasser, so würde er durch dieses emporgehalten. Da der Rumpf aber, wenn das Kerf schwimmen will, eine schräge Stellung einnimmt, so kann man sich den Auftrieb des Wassers in zwei Theilkräfte zerlegt denken, von denen die eine den Körper in horizontaler Richtung vorwärts treibt, während die andere, nämlich die vertikale Komponente, durch die Ruderbewegung kompensirt wird. Das Schwimmkerf ist also gleichsam ein im Wasser fliegender Drache.

Näher unseren künstlichen Rudern kommen schon die langen, bewimperten Hinterbeine mancher Wasserwanzen, z. B. des Rückenschwimmers (Notonecta). Diese werden vom Grunde aus gewendet.

Es ist wohl keine Frage, daß die Beine der Kerfe, was die Vielseitigkeit und Exactheit ihrer locomotorischen Leistungen anlangt, die bezüglichen Einrichtungen anderer Thiere weit in den Schatten stellen. Noch mehr Bewunderung müssen wir aber diesen kunstvollen Hebeln zollen, wenn wir ihre Kraft und Stärke in Betracht ziehen. Daß die Gewalt, mit der sich die locomotorischen Muskeln der Kerfe zusammenziehen, eine im Vergleich zu den Wirbelthieren ganz ungeheure ist, das erfahren wir schon, wenn wir den Versuch machen, die rhythmischen Brustkorbbewegungen eines größeren Falters durch den Druck der Finger zu überwinden, oder wenn wir gegen den Willen des Thieres die eingeschlagenen Sprungbeine einer Heuschrecke oder die Grabschaufeln einer Werre öffnen.

Ziffermäßige Nachweise über die erstaunliche Leistungsfähigkeit der Kerfmuskeln haben wir aber erst durch die sinnreichen Experimente erhalten, welche Plateau hinsichtlich der Zugkraft verschiedener Insekten austellte.

Diese ergaben, daß selbst die allerschwächsten Kerfe mindestens das Fünffache ihres eigenen Gewichtes ziehen, viele von ihnen aber auch das Vierzig- und Sechzigfache bewältigen, während z. B. ein kräftiger Mann oder ein starkes Zugpferd nicht einmal eine Last zu schleppen vermag, die dem Körpergewichte gleichkommt. Uebrigens steht die Stärke der geprüften Insekten in einem umgekehrten Verhältniß zu ihrer Größe, beziehungsweise zu ihrem Körpergewichte, so daß auch hier der David dem Goliath überlegen ist. —

Flugorgane.

Im weiten Bereiche thierischer Bildung begegnen wir kaum wo einem so merkwürdigen und so augenfälligen Gegensatz wie zwischen dem Organismus der Insekten und dem der Wirbelthiere. Um so auffallender ist es, daß beiderlei Abtheilungen dennoch in Bezug auf gewisse Aeußerlichkeiten einander sehr nahe stehen. Oder ist es nicht eine überraschende Analogie, die in der Gliederungs- und Stellungsweise ihrer Bauchgliedmaßen hervortritt? Scheint denn das Insektenbein nicht Glied für Glied dem Säugethierfuße nachgemacht und finden wir wo anders noch eine größere Form- und Functionsübereinstimmung zwischen ihrer Anlage nach so grundverschiedenen Bildungen?

Das Lehrreiche an dieser Convergenzerscheinung liegt aber eben darin, daß sie an Organen zur Geltung kommt, die, wie keine andern, dem umgestaltenden Einfluß der äußeren Verhältnisse unterliegen. Dies beweist uns, daß sie lediglich nur das Werk der Anpassung an diese sein kann. Oder wie anders könnten in Bezug auf ihr inneres Wesen so heterogene Thiere mit Rücksicht auf die zur Beherrschung der Außenwelt bestimmten Hilfswerkzeuge einander so ähnlich geworden

sein, als eben dadurch, daß die gleichen äußeren Lebensbedingnisse den Lebenden auch eine gleiche Form aufzwangen?

Bei der Bildung und Verhältnißbildung der Hinter- und Vorderthierbeine hat aber die Anpassung nach Verwendungs- der höchsten Grad erreicht. Es gibt noch andere, und wir möchten sagen, vornehmere Locomotionseinrichtungen, worin sich ihre Macht noch größer zeigt, wir meinen die Hebungs- oder Flugorgane.

So außerordentlich vortheilhaft für die meisten Landthiere das Flugvermögen wäre — unser eigenes, an die Scholle gebundenes Geschlecht macht ja seit Dädalus alle Anstrengung, den Mangel natürlicher durch künstliche Fittiche zu ersetzen — so hat doch die Natur den meisten diese Gabe versagt, und unter den zwei Thierstämmen, deren Organisation eine solche Einrichtung oder Verbesserung überhaupt zuläßt, ist sie ihr nur bei je einer Gruppe, nämlich bei den Vögeln und bei den Insekten, vollständig gelungen, während es unter den Säugern, Fischen, Reptilien und Amphibien nur verhältnißmäßig sehr wenige und unter den Chitinhäutern außer den genannten gar keine Flugthiere gibt.

Fig. 126.
Drei Larvenhäutien unserer Küchenschabe (Blatta germanica) zur Demonstrirung der successiven Flügelentfaltung.

Die allerinteressanteste Frage in Bezug auf die in Rede stehenden Werkzeuge ist selbstverständlich zunächst die, woraus und wie sie entstanden sind. Ersteres läßt sich hinsichtlich der Vogelfittiche sehr leicht sagen. Sie sind, wovon man sich an einem Scelet leicht überzeugen kann, weiter Nichts als etwas modificirte Vordergliedmaßen, entsprechen also in ihrer Anlage vollständig unseren Armen. Auch die Umbildung

der typischen Wirbelthiergliedmaßen in die Vogelfittiche läßt sich, namentlich mit Zuhilfenahme der ausgestorbenen Urvögel, welche unmerklich mit gewissen fossilen Reptilien verschmelzen, schrittweise verfolgen, und wir wollen nur ein Paar Beispiele nennen, welche darthun, daß es auch hier lediglich nur die äußern Lebensumstände sind, welche diese Modification hervorgerufen haben. Am überzeugendsten ist das Exempel mit den „Fischflügeln". Sie sind weiter Nichts als etwas verlängerte Brustflossen, und die Veranlassung, daß ihre Besitzer sie gelegentlich, z. B. wenn sie von Raubthieren verfolgt werden, zum Fliegen, oder wenn wir wollen, zum Schwimmen in der Luft benützen, ist doch gewiß eine sehr äußerliche. Ebenso bezeichnend ist auch der umgekehrte Functionswechsel, wie er uns bei den Pinguinen vorliegt. Diesen Seevögeln kommen ihre „Flügel" besser als Flossen, denn als Flugarme zu Statten und sie gleichen auch in Folge der erlittenen Umänderung äußerlich bereits mehr den Seehund- und Seeschildkrötenflossen als den Fittichen ihrer Nächstverwandten.

Von der Umgestaltung in der Größe, im Zuschnitt und in der Gliederung der Fischflosse zu einer Flugplatte oder zu einem Pterodactylus-Segel scheint es allerdings noch bis zur Entfaltung des kunstvollen Federfächers der heutigen Vögel ein sehr großer Schritt. Aber ist denn nicht die Vogelfeder selbst nur eine modificirte Reptilienschuppe?

Ungleich schwieriger ist die Genesis der Kerfflügel zu erklären, wenn auch nach dem Vorhergehenden Niemand daran zweifeln wird, daß auch sie keine speciell den Kerfen anerschaffene, sondern von ihnen im Kampf um's Dasein selbständig erworbene Hilfsorgane sind. Zum Unterschiede von den Fittichen der Vögel darf der Leser zunächst nicht vergessen, daß die Fluggliedmaßen der Insekten keine metamorphosirten Bauchanhänge oder Beine, sondern zu letztern völlig neu hinzukommende Rückenanhänge des Mittelleibes darstellen.

Angesichts der allen Entomologen wohl bekannten Thatsache, daß die Beine und speciell auch die Vorderbeine der Insekten außerordentlich variabl und bildsam sind, könnte man sich aber darüber verwundern, daß nicht auch sie zu Flügeln sich umgestalten ließen, um so mehr als sie in der That oft flügelartig verbreitert erscheinen. Die Kerfvorderbeine können aber hauptsächlich aus einem doppelten Grunde niemals Flügel werden. Für's erste sind, wie wir im früheren Kapitel erfuhren, die in der Regel ganz nahe beisammenstehenden Mittel- und Hinterbeine allein nicht in der Lage, der Mithilfe der vorderen zu entrathen. Für's zweite aber sind letztere ihrer Einlenkung am Bauche wegen auch gar nicht oder doch nur schlecht dazu geeignet, als Hebungsorgane zu functioniren, wobei die etwaige Entgegnung, daß die Vögel- und Flatterthier-Extremitäten Solches vermögen, sich einfach damit erledigt, daß die sogenannten Bauchgliedmaßen der Wirbelthiere ihrem Ursprunge nach eigentlich Rückenanhänge sind.

Ja, wenn aber die Kerfflügelbildung nicht an schon gegebene und vorhandene Locomotionsorgane anknüpfen konnte, sondern wenn im Gegentheile diese Organe ganz aparte und im Reiche der Chitinhäuter völlig isolirt dastehende Bewegungs-Werkzeuge sind, wie wollen wir dann ihre natürliche Entstehungsart erklären?

Zu dem Zwecke müssen wir uns zunächst mit ihrer Ontogenese etwas vertraut machen. — Bekanntlich kommen alle Insekten ohne alle Flügelspuren aus dem Ei hervor, d. h. die neugebornen Kerfe sind eigentlich noch gar keine wahren Insekten, sondern, freilich auch nicht immer, Sechsfüßler, an welchen die eigentlichen Kerfinsignien, nämlich die Fittiche, erst später hervorsprossen. Doch geschieht dies, scheinbar wenigstens, nach ganz verschiedenen aber mit dem gesammten Entwicklungsgange innig zusammenhängenden Modalitäten.

Sehr übersichtlich erscheint der Vorgang bei jenen Kerf-

larven, die bei jeder Häutung dem Mutterthiere ähnlicher werden, also bei den Gerad- und Netzflüglern, sowie bei den Schnabelkerfen. Hier gewahrt man, wenn man vorerst nur das Aeußerliche des Processes im Auge hat, bald früher, bald später, an den Seiten des Mittel- und Hinterrückens taschenartige Aussackungen, die mit jeder Häutung an Umfang zunehmen und zugleich immer mehr vom Rumpfe sich abschnüren. Dabei behalten diese „Flügelscheiden" entweder stets dieselbe Lage, wie z. B. bei den flachleibigen Blattinen, unsern bekannten „Russen" (Fig. 125), oder sie werden bei Thieren mit mehr zusammengedrücktem Körper, wo die ersten Anlagen an den Brustseiten herabhängen (Fig. 126 B), sobald sie eine gewisse Länge überschritten haben, auf den Rücken umgelegt (C). Studieren wir aber den Vorgang der Flügelentwicklung mikroskopisch, an einem quer durch die Flügelbrust geführten Schnitte, so stellt sich der Vorgang noch einfacher dar. Das Hauptmoment aller Entwicklung ist und bleibt doch das Wachsthum nach bestimmten Richtungen. Betreffs der Haut ist dieses bei den Insekten nur auf die Art möglich, daß sich die äußere Zellfläche durch, in die oberflächliche Chitinschale eingezwängte Faltungen vergrößert. Diese Falten nehmen natürlich, nach dem Maße der Zellvermehrung, von einer Häutung zur andern beständig zu, und glätten sich erst aus, wenn, nach dem Kleidwechsel, der äußere Widerstand überwunden ist.

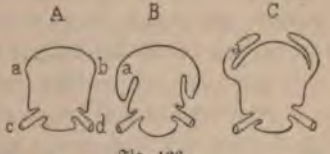


Fig. 126.
Schematische Darstellung der Flügelentfaltung der Heuschrecken an Querschnitten. c, d die bauchständigen Beine, a, b taschenartige Falten der Rückenplatten, aus denen sich die Flügelscheiden (B. C a) entwickeln.

Betrachten wir nun ein Flügelleibdiagramm während des Stadiums, wo die Flügel zuerst angelegt werden, so erkennen wir dieselben unterhalb der Schale, also an der zelligen Chitin-

[illegible] die aber schon ein dünnes Quitrahäutchen ausgeschwitzt hat, als eine geringfügige Falte, welche mit vielen anderen Falten, welche später ausgeglichen werden, die also bloß das Umfangswachsthum der Haut bedingen, kaum zu unterscheiden sind, und wer Lenen, darauf fußend, die Flügel geradezu als bleibende Hautfalten erklären.

Wie aber die ersten Flügelanlagen auf der durch die Oberflächen-Vergrößerung bedingten Fältelung der allgemeinen Körperhülle beruhen, so beruht die weitere Vergrößerung der Flügel, in den späteren Stadien, auf der Fältelung der Flügelhautcuticula selbst, was wir auch makroskopisch nachweisen, indem die neuen aus den alten Scheiden hervorgezogenen Flügel im Anfang ganz zusammengeknittert aussehen.

Wir brauchen dem Leser wohl nicht eigens zu bemerken, daß diese flügelartigen Hautfalten keine leeren Taschen sind, sondern daß die mit der Haut zusammenhängenden Gewebe und Organe, wie der Fettkörper, das Tracheennetz, die Muskeln u. s. f. auch nach ihrer Hervorstülpung noch damit verbunden bleiben.

Nach der letzten Häutung aber, wo der Säftezufluß in die am Grunde sich verengenden Flügeltaschen sehr reducirt wird, fallen dann ihre beiden Blätter zusammen und verwachsen später gänzlich zu einer einzigen soliden Flughaut. Nur längs den die ehemaligen Flügeltaschen durchziehenden und von Nerven begleiteten Luftröhren erhalten sich entsprechende Kanäle, durch welche die Ernährungsflüssigkeit regelmäßig zu- und abfließt. Diese über und unter die Flügelfläche sich erhebenden dickwandigen Blutröhren sind eben die allbekannten Rippen und Adern der Flügel, und ist also letztere Bezeichnung nicht bloß symbolisch zu nehmen.

Wesentlich anders scheint die Flügelentwicklung bei den Kerfen mit vollkommener Verwandlung.

Wenn wir uns hier vorläufig auf die Schmetterlinge beschränken, so sehen wir die Raupen trotz aller Häutungen immer dieselben und namentlich auch immer flügellos bleiben.

Erst bei der letzten Hautabstreifung kommen auf einmal, an der Puppe nämlich, relativ schon sehr große und bereits auch deutlich gerippte Flügel zum Vorschein, so daß es scheint, als ob diese ganz plötzlich von innen heraus gewachsen wären.

Und doch geschieht die Entwicklung der Falterschwingen, wie im zweiten Bande dieses Werkes ausführlicher zu zeigen nach unseren neuesten Untersuchungen genau auf dieselbe Weise wie bei den „Russen" und Wanzen und auch nach denselben Gesetzen des Flächen- oder Umfangwachsthums. Der Unterschied ist einzig nur der, daß die die Flügel liefernden Integumentfalten, bei einem reichlich aufgespeicherten Baumateriale, in verhältnißmäßig kürzerer Zeit, nämlich schon im Zeitraum zwischen zwei Häutungen dieselbe Ausdehnung erlangen, wie sie sonst erst im Laufe mehrerer Wachsthumperioden erzielt wird.

Und sollte sich nun dieselbe Bildungsweise der Flügel, wie wir sie bei der Entwicklung des Individuums flüchtig skizzirt nicht auch historisch nachweisen lassen?

Bei verschiedenen Krebsen (vergl. Fig. 29 pag. 50) sehen wir ungefähr an den Stellen, wo bei den Kerfen die Flügel sitzen, blatt- oder schalenartige Hautfalten, die vornehmlich, wenigstens bei den niederen Formen, als Kiemen fungiren.

In vielen Fällen, z. B. beim Wasserfloh, beim Flußkrebs u. s. w. erscheinen uns diese Rückenausstülpungen allerdings mehr als Schutz- denn als Respirationswerkzeuge. Aber kann dies denn ein ernstliches Hinderniß sein, sie, wie werden wir gleich sehen, mit den Kerfflügeln in Beziehung zu bringen, nachdem doch jeder Schulknabe weiß, daß die Käfer z. B. ihre Flügel zum gleichen Zwecke, nämlich zur Bedeckung des weichen Hinterleibes benützen? — Um nun einen Schritt weiter zu gehen, so erinnern wir vorerst an die ersten Larvenstadien der den Urkerfen sehr nahe stehenden Termiten, die an allen drei Brustrückenplatten große, blattartige Seitenanhänge besitzen, welche, da diese Thiere an

feuchten Orten sich aufhalten, als Kiemen sicherlich keine schlechtere Rolle spielen wie die gleichnamigen und als solche allgemein anerkannten Kiemen der Kellerasseln und ähnlicher landlebender Kiemenarthropoden. Diesen Rückenkiemen der Termitenjungen fehlt aber zur Flügelwerdung weiter nichts, als daß sie sich etwas vergrößern, am Grunde stielartig einschnüren und mit den nöthigen Gelenken und Muskeln zu ihrer Bewegung versehen. Daß aber eine solche Umwandlung fixer und einfacher Hautfalten in bewegliche und breite Flugplatten sich allmälig wirklich vollziehen kann, das lehrt uns einerseits die bereits kurz erörterte Ontogenese der Flügel selbst, als auch die Vergleichung der Kiemen und Kiementracheen bei den ausgebildeten Wassergliederthieren, wo wir von der einfachen taschen- oder fingerförmigen und ganz unbeweglichen Hautausstülpung bis zu der weitentfalteten und durch einen complicirten Muskelmechanismus in Bewegung gesetzten Normalkieme alle möglichen Uebergänge wahrnehmen. Andererseits sehen wir aber auch, und dies ist wohl die wichtigste Thatsache für die Genesis der Kerfflügel, daß sie gelegentlich wirklich und direct aus wahrhaftigen Kiemenflossen hervorgehen. In Fig. 183 findet der Leser nämlich eine in Bächen lebende Eintagsfliegenlarve abgebildet, deren vorderste Kiemenblätter (F_2), wenn das Insekt nach der letzten Häutung sich in die Luft erhebt, die Function der Flugorgane übernehmen.

Es können nach dem Gesagten also die Kerfflügel einen doppelten Entwicklungsgang durchgemacht haben. Sie können, wie bei den Termiten, direct an Land-Hexapoden aus Ausstülpungen der Brustrückenplatten entstanden sein, aber sie sind bei den wasserlebenden Urkerfen aus einer Umwandlung der Kiemenflossen hervorgegangen. Allerdings ist es, wie wir schon in einem früheren Kapitel zu zeigen versuchten, sehr wahrscheinlich, daß die Letzteren, nämlich die flossenartig beweglichen Kiementracheen der Wasserinsekten, von

den fixen blattartigen Ausstülpungen der Landkerfe abstammen, daß also mit andern Worten der Grund zu den Luft- sowohl, als zu den Wasserflügeln auf dem Lande gelegt wurde.

Wenn aber, muß man fragen, bei den Termitenlarven jeder der drei Brustringe mit flügelartigen Rückenanhängen versehen ist, wie kommt es dann, daß die ausgebildeten Insekten nur Mittel- und Hinterbrustflügel, im Ganzen also nicht drei, sondern bloß zwei Paare solcher Gliedmaßen tragen? Wir haben schon oben angedeutet, daß man bei der Lösung allgemeiner morphogenetischer Fragen den Begriff des betreffenden Organes nicht zu sehr nach functionellen Gesichtspuncten einschränken dürfe. Wenn wir dies im Auge behalten, so werden wir bei den verschiedensten Insekten unzweideutige Spuren wahrhaftiger Vorderbrustflügel antreffen, wie wir denn schon früher die seitlichen Halsschildlappen der Heuschrecken, Käfer u. s. f. in diesem Sinne auslegten. Andererseits kommt aber noch Zweierlei in Betracht. Einmal der Umstand, daß die Ausbildung activer Flugorgane an der Vorderbrust schon mit Rücksicht auf die in unmittelbarer Nähe befindlichen beweglichen Kopfanhänge unterbleiben muß, und dann der noch gewichtigere, daß eine solche Vielheit von Flugplatten vom mechanischen Standpunct aus sich als höchst unpractisch erweist. Letzteres wird aus dem Folgenden klar.

Obwohl die Insekten thatsächlich nur vier Flügel besitzen, so geht das Bestreben der Natur doch unverkennbar dahin, sie zu Zweiflüglern zu machen. Dies wird auf eine zweifache Art erreicht. Bei den Faltern, Immen und Cicaden, also kurz gesagt, bei den gleichflügeligen Insekten, agiren die vier Flügel niemals unabhängig von einander, als zwei selbständige Paare, sondern sie werden durch eigene Haken, Klammerreihen, Falzleisten und dergleichen (Fig. 124 pag. 180) aus den modificirten Flügelsäumen hervorgegangene Vorrichtungen zu je einer einzigen Flugplatte verkettet, ja dieser Verband ist in der Regel schon soweit gediehen,

diehen, daß die Hinterflügel von den vorderen ganz in das Schlepptau genommen werden und in Folge davon auch nur einen verhältnißmäßig schwachen Bewegungsmechanismus besitzen. — Die andere Art der Flügelreduction besteht aber darin, daß ein Paar ganz außer Dienst gesetzt wird. Solches beobachten wir z. B. bei den Wanzen, Käfern, Heuschrecken und Schraubenflüglern, bei welchen die Vorderflügel sehr häufig entweder verkümmern oder zu anderen Leistungen herangezogen werden. Daß aber ein einziges Flügelpaar ebensoviel zu leisten vermag als ihrer zweie, dafür bürgen doch die Zweiflügler, denen Niemand nachsagen wird, daß sie im Flugvermögen den Vierflüglern etwas nachgeben.

So gelangen wir denn auch hier wieder zu einer Erscheinung, wie sie an organischen Wesen und namentlich an den vieltheiligen Gliederthieren so oft uns gegenübertritt. Gewisse Gebilde entstehen anfangs in großer Zahl und Fülle, ohne Zwecke und ohne Bestimmung. Die züchtende Natur weiß sie aber zu ihren Gunsten auszunutzen, und, durch Beschränkung der Zahl, ihre Leistungen im Einklange mit der Oekonomie des Gesammtorganismus zu steigern.

Fig. 127.
Flügeltypen.

A vmr vordere, hmr hintere } Mittellippe. VR Vorder-, IR Innen-Hinter-, AR Außen- } Rand des Flügels.
tr Trennungs-, qu Quer- } Ader. ez eingeschobene Zelle.

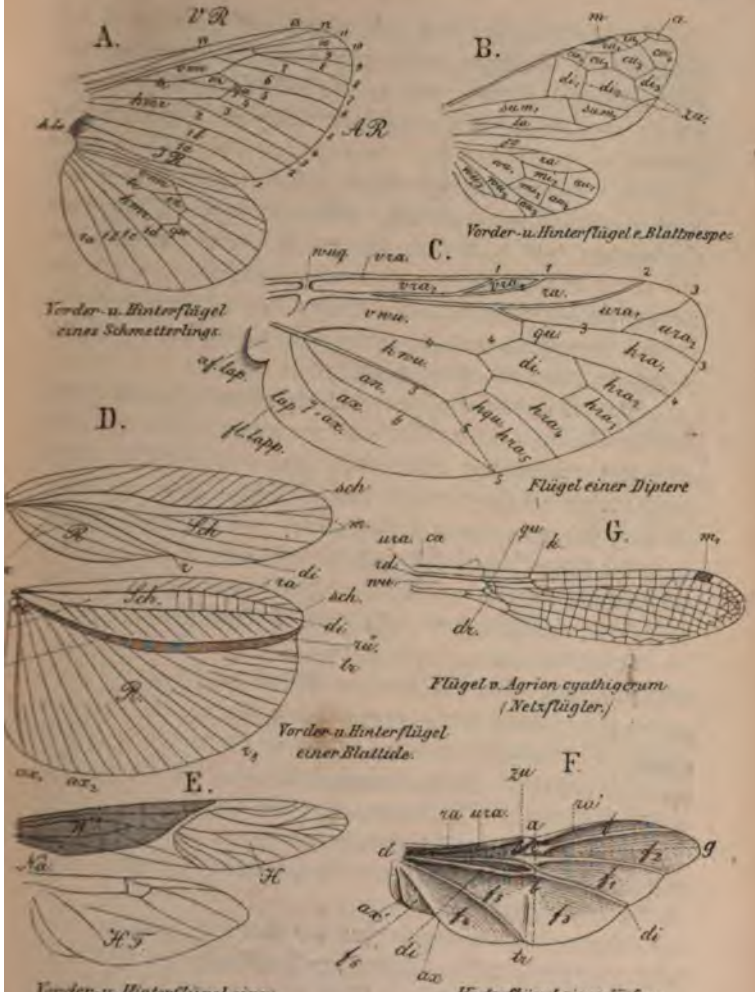
B m Flügelmal. a Anhangs-, ra Radial- cu Kubital-, di Discoidal-, sum Submedial-, la lanzettf. Zelle. zu zurücklaufende Adern. co Costal-, wu Wurzel-, mi Mittel- au Außenzellen.

C wuq Wurzelquerader, qu gewöhnliche Querader, hqu hintere Querader, vra Vorderrand-, ra Rand-, ura Unterrand, hra Hinterrand-, vwu vordere Wurzel-, hwu hintere Wurzel-, an Anal-, ax Axillarzelle. af Afterlappen, fl Flügellappen.

D Sch Schulter-Humeral- } Feld sch Schulter- } Ader
E R Rücken-Axillar- } m Mittel- } Ader
W lederartiger Warzeltheil, rü Rücken-Anal-, di Discoidal-, tr Trennungs- } Ader
H häutiger Spitzentheil, ax Axillar- } = v. divisante.
Na Nagel.

gl glasheller, r Anal- } Flügelstreifen.

G rd Radius, qu Querader der Wurzelzelle (wu), k Knötchen-nodulus, dr dreieckiges Feld.


A.
VR
AR
HR
Vorder- u. Hinterflügel eines Schmetterlings.
B.
Vorder- u. Hinterflügel e. Blattwespe
C.
Flügel einer Diptere
D.
Vorder- u. Hinterflügel einer Blattide.
E.
Vorder- u. Hinterflügel einer Wanze (Cynus).
F.
Hinterflügel eines Käfers (Cetonia).
G.
Flügel v. Agrion cyathigerum (Netzflügler.)

Aber wenden wir uns nun endlich zur Betrachtung der ausgebildeten Kerfflügel. Sie zählen nicht bloß zu den charakteristischesten, sondern auch zu den prächtigsten Erzeugnissen des zu unerschöpflicher Produktivität befähigten Insektenorganismus.

Oder sind sie nicht gleichsam das Feierkleid, womit die Natur ihre Lieblinge geschmückt? Gibt es denn eine glänzendere Erscheinung, als z. B. den Morpho Menelaus, den Linné mit einem Planeten vergleicht, welcher bald, wenn auf seinen ultramarinblauen Flügeln die Sonne sich spiegelt, wie ein zweites Taggestirn leuchtet, wenn uns diese aber die dunkle Unterseite zuwenden, plötzlich verfinstert erscheint.

Niemals haben wir aber noch die fesselnde Schönheit der Insektenschwingen tiefer gefühlt, als zu jener Stunde, wo wir in einem ruthenischen Hüttendorfe ein verwahrlostes, halbnacktes Kind am Wege trafen, das im Anblick eines auf einem Strauch sich wiegenden Tagpfauenauges wie verzaubert schien.

Die Flügel sind für das Kerf aber nicht bloß die herrlichste Zier, die ihm zu Theil werden konnte, sie sind ihm auch die nützlichsten und wichtigsten Hilfswerkzeuge, welche es ja eigentlich erst zu einem wahren Insekte, zu jener luftigen Psyche machen, die frei von den Fesseln der Scholle, gleich einem überirdischen Wesen, in den Aether emporsteigt. Oder wer folgte nicht sehnsüchtig mit seinen Augen der glänzenden Amazone, der Seejungfer „in ihren tausend wechselnden Bewegungen, in ihren Drehungen, Wendungen und Rückwendungen, in den endlosen Kreisen, die sie mit ihren schimmernden Schwingen auf den Wiesen oder über dem schilfumkränzten Spiegel eines See's beschreibt?" —

Damit haben wir auch schon die zwei wichtigsten Verhältnisse bezeichnet, welche wir bei den Kerfflügeln zu untersuchen haben, nämlich ihre äußere Beschaffenheit und den innerlich gelegenen Mechanismus ihrer Bewegung.

Was nun die Erstere anlangt, so läßt sich davon um so weniger eine allgemeine Beschreibung liefern, als die Flügel nicht allein bei den verschiedenen Insektenabtheilungen, sondern auch nach ihrer jeweiligen Function außerordentlich variabel ist. Ist es dem Leser doch hinlänglich bekannt, daß wir die Flügel in Folge ihrer charakteristischen Ausbildung bei den einzelnen Kerfordnungen gleichsam als die Uniform betrachten dürfen, an der wir Stellung und Rang ihrer Inhaber sofort erkennen.

Eine Frage von hohem Interesse wäre natürlich die, wie denn die diversen Kerfgruppen zu einer solchen typischen Flügeladjustirung gelangt und auf welche Weise die verschiedenen Flügelspecialitäten entstanden sind, die wir nun im Einzelnen kurz durchgehen wollen.

Flügel im engeren Sinne, d. h. Organe, die nicht allein die ursprüngliche Form, sondern auch die ursprüngliche locomotorische Function am besten bewahrt haben, sind zunächst die dünn- und nackthäutigen Vorder- und Hinterschwingen der Ader-, der Netz- und Gleich-, beziehungsweise auch der Zweiflügler, sowie die hinteren Schwingen der Käfer, der Wanzen, sowie der Gerad- und Fächerflügler.

Im Allgemeinen sind das zarte, durch mehrere, meist kreuz- und quergelegte aber sehr ungleich dicke Stäbe oder Spangen gestützte Flughäute von unregelmäßig dreieckiger Gestalt, welche ganz den Eindruck machen, „als wenn sie nur fremde, dem Körper schlecht angemessene Lappen wären".

Indessen dürfen wir da nicht dem Scheine trauen. Die Flügel müssen vielmehr, wie uns schon ihre Entwicklung lehrt, so gut wie die anderweitigen Gliedmaßen als wirkliche Ausstülpungen der allgemeinen Leibeshöhle angesehen werden und um speciell die etwaige Meinung zu widerlegen, daß diese Flughäute empfindungslos wären, erinnern wir, daß von Leydig in gewissen Wurzeladern derselben sehr umfangreiche und kom-

Fall, indem die zierlichen „den Zungenblümchen der Salatpflanzen“ ähnlichen und reihenweise oder besser dachziegelartig angeordneten Schuppen der Flügel sich nicht auf diese allein beschränken, sondern, wenn auch in etwas anderer Façon, am ganzen Körper vertheilt sind. In Einem Stücke sind wir aber bei den Faltern im Vortheil, daß wir nämlich die Entwicklung ihrer charakteristischen Hautanhänge aus einfacheren und zwar meist haarförmigen Cuticularanhängen genau verfolgen können.

Interessant ist auch der Umstand, daß im Bereiche der Insekten die Schuppen-, oder wenn wir so sagen dürfen, die Federbildung nicht ausschließlich auf die Schmetterlinge allein beschränkt ist, sondern sporadisch auch bei anderen Ordnungen, z. B. den Springschwänzen auftritt, während andererseits die Schwingen mancher Falter, z. B. der sog. Glasflügler, ganz oder doch stellenweise nackt bleiben.

Bei dem Umstande, als die bisher betrachteten, zum Fluge bestimmten Kerfsittiche von überaus zarter und zerbrechlicher Natur sind, würde man es a priori gewiß für sehr zweckmäßig halten, wenn sie während des Ruhezustandes durch besondere Vorrichtungen geschützt würden. Dies geschieht nun bekanntlich bei mehreren Kerfabtheilungen, nämlich bei den Wanzen, Käfern und Geradflüglern in der That, indem unter ihren zwei Flügelpaaren eine Theilung der Arbeit in der Weise Platz griff, daß vorwiegend nur die hinteren das Fluggeschäft besorgen, während die vorderen oder oberen sie bedecken und schirmen und zu dem Behufe auch eine derbere Beschaffenheit angenommen haben. Freilich trifft man diese Schutzdecken weniger bei Insekten, welche sehr viel fliegen, als bei solchen, die es verhältnißmäßig selten thun und die, wie z. B. die Heuschrecken und Käfer, ihre voluminösen, zarthäutigen Unterflügel ja ohnedem durch Zusammenfaltung sicherstellen.

Schon dies muß uns darauf führen, daß es bei der Um-

so ist nicht außer Acht zu lassen, daß eine solche Uebereinstimmung, z. Th. wenigstens, durch die Anpassung bedingt sein kann, welche die Flügel in ihrer Eigenschaft als mechanische Hilfsorgane erfahren haben.

Was aber eine solche Anpassung wirklich zu leisten vermag, das lehrt uns eine Vergleichung der Hinterflügel der Käfer (Fig. 127 F) mit den Flughäuten der Fledermäuse, die im übrigen wahrhaftig wenig Aehnlichkeit miteinander haben. Ist die dicke, doppelte Wurzel der Vorderrandader (ra, ura) physiologisch genommen etwas anderes, als der knöcherne, die Flugplatte stützende Arm der Fledermaus und ist die Uebereinstimmung zwischen den fünf Käferflügelradien und den langen Chiropterenfingern nicht geradezu eine sprechende? Nimmt man dazu noch die Art und Weise der Flügelfaltung, so läßt sich die Aehnlichkeit bei aus einem so verschiedenen Materiale hergestellten Flugwerkzeugen eigentlich schon gar nicht mehr weiter treiben.

Hier heben wir nun gleich noch eine weitere Analogie zwischen Wirbel- und Gliederthierflügeln hervor, die nämlich, welche uns die Vergleichung der befiederten Vogelschwingen mit den beschuppten Falterflügeln an die Hand gibt. Daß erstere von den nackten Flughäuten der Reptilien abzuleiten, ward schon erwähnt und auch daß die Federn der Vogelflügel nicht dieserwegen eigens erschaffen sein können, da ja dieselben Gebilde auch die übrige Haut bekleiden. Bei den Faltern besteht genau derselbe

Fig. 128.
Gefalteter Unterflügel des Hirschkäfers. a, b die beiden Kraftthebel. V Vorderrand. M Spitzen oder Endax Axillarflur. G Gelenk.

einanderreiben der feilenartigen Rippen erzeugten Laute erhöl
während erstere dem fiedelnden Thiere eine leichtere Man
pulation gestattet.

Ganz absonderlicher Schürzen dürfen sich die Wanze
rühmen. Durch diese verrathen sie sich auch dem Laien fast eben
sicher wie durch das Parfüm, das sie um sich zu verbreite
belieben. Die Wanzendecken sind nämlich durch eine scharf
Querlinie in zwei Felder abgetrennt, wovon das an de
Wurzel (Fig. 55 a) pergament- oder lederartig ist und, als ob e
ein Chinese bemalt hätte, mit allerlei, meist sehr grellen Farben
prunkt, während das hintere ganz zart und durchsichtig erschein
und ein völlig separates Geäder besitzt. Vorläufi
wenigstens sehen wir uns gänzlich außer Stand, auch nur in
entferntesten anzugeben, woher sich diese Eigenheit der „Halb
flügler" datirt. Von den Käferdecken, mit denen sie sonst vie
Analoges haben, unterscheiden sie sich noch durch ihre Lage
Es legen sich nämlich ihre glashellen Endfelder kreuzweis
übereinander, so daß man bei jeder geflügelten Wanze hinten
über dem After, einen hellen Fleck sieht.

Schon bei den eben genannten Kerfen sind die Decken bis
auf die eine wunde Stelle nach Lage, Färbung und Be
schaffenheit dem Körper so genau angemessen, daß sie, um mi
Oken zu reden, „mit demselben gleichsam ein Ganzes zu machen
scheinen". In noch höherem Grade gilt dies aber von den
strenge so zu heißenden Deckflüglern, den Käfern, die de
geistreiche Naturforscher, freilich mit Unrecht, für die „höchste
Insekten" hält. Ihre schalenartigen Decken sind mit wenige
Ausnahmen genau von derselben hornigen Substanz wie di
Körperhaut und schließen sich, gleich zwei Fensterladen, s
scharf aneinander und an den Körper, daß oft nirgends ein
Fuge entdeckt werden kann.

Im gewaltigen Contrast mit dieser Verknöcherung de
sonst so luftigen Kerfschwingen steht eine Erscheinung, die wi

wandlung der Vorderflügel in Decken nicht auf den Schutz der unteren Flugplatten allein abgesehen war, daß vielmehr ein solches, von einer gleichzeitigen Verschmälerung der Flügel begleitetes Dickenwachsthum eine Schwächung des Flugvermögens im Gefolge hat, die häufig gleichbedeutend ist mit einem Rückfall in den ehemaligen flügellosen Zustand. Bei den Käfern sowohl wie bei den Wanzen und Geradflüglern kommt es wenigstens sehr häufig vor, daß, während die Oberflügel eine sie zum Fluge völlig untauglich machende Beschaffenheit annehmen, ja zuweilen sogar untereinander zu einem festen, den Hinterleib bedeckenden Schilde verwachsen, die unter allen Umständen häutig bleibenden Unterflügel total eingehen.

Sehr lehrreich sind die verschiedenen Modificationen, welche die Decken der Ungleichflügler (Heteroptera) bei den einzelnen Abtheilungen erfahren haben. Die allergrößte Mannigfaltigkeit zeigt sich diesfalls bei den Geradflüglern, bei denen sich diese Flügel im ganzen zwar am wenigsten vom normalen Typus entfernten. Sie sind schmal, im allgemeinen wenig verdickt und meist sehr deutlich ihrer ganzen Länge nach geadert (vgl. Fig. 48 v Fl). Mehr lederartig, undurchsichtig und armaderig oder ganz aderlos werden sie bei den bekannten Ohrwürmern, die auch in anderen Stücken, zumal betreffs ihrer einschlagbaren Unterflügel an die kurzschürzigen Käfer erinnern. Der Umstand, daß die Decken gewisser Orthopteren, nämlich der Grillen und Laubheuschrecken über dem meist flachen Rücken weit übereinandergreifen, hat zu einer Function Anlaß gegeben, die echt heuschreckenmäßig ist. Die ehemaligen Kiemen resp. Flugorgane sind Streich-Instrumente geworden, deren originelle Einrichtung wir dem Leser ein andermal beschreiben wollen. Für jetzt erwähnen wir nur, daß die Zirpflügel eine leicht erklärliche Tendenz zur Verkürzung und Verdickung haben, indem letztere die Stärke der durch das An-

Eh' wir uns aber mit dieser Sache beschäftigen, müssen wir noch kurz des Verhaltens gedenken, das die Kerfflügel während ihres unthätigen oder passiven Zustandes beobachten.

In der Regel werden die während des Fluges horizontal vom Rumpfe abstehenden Schwingen, sobald sie ihren Dienst gethan haben, auf den Rücken zurückgelegt. Eine Ausnahme machen nur die meisten Schmetterlinge und Netzflügler, bei denen das Flügelgelenk nur eine Drehung um die Quer- und Längsaxe der Schwingen erlaubt. Dafür verlieren die betreffenden Insekten auch keine Zeit mit deren Entfaltung, sondern können sich jeden Augenblick ihrem gewohnten Medium überlassen, was uns, wenn wir sie fangen wollen, oft genug ad oculos demonstrirt wird.

Der Uebergang der Flügel aus dem activen in den Ruhezustand scheint durchwegs ein rein passiver Vorgang zu sein, der dem Insekte also meist gar keine Mühe macht. Der durch die Zugkraft der Muskeln ausgespannte Fittich schnellt nämlich, wenn diese aufhört, gleich einer aus ihrem Gleichgewicht verrückten Spiralfeder vermöge seiner natürlichen Spannkraft in die frühere oder Ruhelage zurück. Sehr verschieden ist aber die Einrichtung dieses federnden Gelenkes. Meist besteht es (Fig. 129) aus zwei Theilen. Vermöge des vorderen Gelenkes kann sich der Flügel in einer vertikalen Ebene auf- und abbewegen und zugleich, weil das betreffende Chitinstück nach Art einer Schraubenspindel abgeschliffen ist, etwas um seine Längsaxe rotiren.

Das hintere Gelenk, vom Stamme weiter entfernt, besteht im Wesentlichen aus einem nach Außen kopfförmig abgerundeten Stück (a) und einer durch die Vereinigung der dicken Hinterflügelrippen formirten, hübsch ausgedrechselten Pfanne (b), die, wenn der Flügel auf den Rücken zurückschnellt, um den Gelenkskopf herumgleitet. Die Einrichtung, welche aber eben diese Wendung veranlaßt, ist etwas komplicirter Natur. Das

noch kurz andeuten müssen. Oben haben wir behauptet, daß die Insekten eigentlich an zwei Flügeln genug hätten. Nun gibt es aber gewisse Kleinschmetterlinge, die Federmotten oder Geistchen, deren stäubige Flügelchen durch radiäre Einschnitte in eine Menge dicht befranster, federartiger Lappen zerschlissen sind. Wer kann es wissen, was es mit solchen zertheilten Flügelfächern auf sich hat; bei manchen Wespen sind die Vorderschwingen gleichfalls einer Halbirung nahe.

So mannigfaltig und schön auch die Insektenflügel sein mögen, so wird man es schließlich doch satt, Nichts als Farben,

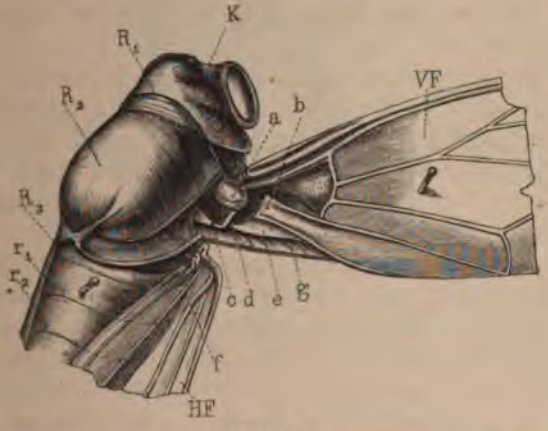


Fig. 129.
Vordertheil einer Cicade zur Demonstrirung des Gelenksmechanismus der Vorderflügel. a Gelenkskopf, b Gelenkspfanne, g elastisches Band, c, d, e System elastischer Stäbe.

Flecken, Streifen u. dgl. zu sehen, und ein Gang in das Freie, wo wir sofort von Tausenden der verschiedenartigsten Kerfe umgaukelt werden, führt uns doch zunächst immer wieder auf die Frage, wie denn der Mechanismus aussieht, durch den die Kerfschwingen so regelmäßig und hurtig bewegt werden.

sich keilförmig einschiebenden Schildchen (Fig. 130 schi) vereinigt. Zu dem Zwecke ist sogar eine Art Schloß vorhanden. Die Flügelwurzel trägt nämlich ein Paar zahnartige Vorsprünge (7 a), die in correspondirende Vertiefungen des Schildchens passen.

Eigenthümlich verhält sich die durch Vereinigung der Innenränder entstehende Mittelnaht. Meist greifen die beiderseitigen Flügel, wie beim Hirschkäfer, vermittelst eines Falzes ineinander, bisweilen aber auch, wie bei Chlamys, nach Art zweier Zahnräder, so daß wir da gleichsam eine Nachahmung der zwei gangbarsten Methoden haben, deren sich die Schreiner beim Zusammenfügen der Bretter bedienen.

Nicht minder bezeichnend als die Zurechtlegung der Oberist bei den Käfern die Faltung der weiten Hinterflügel. Wenn wir diese bei einem eben getödteten Käfer gewaltsam ausspannen und dann wieder sich selbst überlassen, so beobachten wir Folgendes. Es nähert sich zunächst in Folge ihrer eigenthümlichen Verbindungsweise die Vorderrand- (Fig. 127 F, ra) der Mittel- oder Discoidalrippe (di) des Wurzelfeldes sowohl als der Endflur, wodurch eine nach unten sich einbiegende Längsfalte entsteht. Dann klappt die Endflur (f_2) wie die Klinge eines Taschenmessers nach unten und legt sich (Fig. 128 M) an das Vorderrandfeld des Flügels, indem sie auch die benachbarten Flügelfelder (Fig. 127 F und Fig. 128 f_2) nach sich zieht. Gleichzeitig schlägt sich auch die weiche Hinterrandpartie (Fig. 128 ax) ein, indem dieses Flügelfeld, während der Vordertheil gegen die Mittellinie des Rumpfes sich bewegt, an demselben haften bleibt.

Ungemein zierlich und kompendiös ist die Faltung gewisser Blattinenflügel, worüber H. Saussure eine höchst lesenserthe Arbeit geliefert. Hier wird zunächst (Fig. 131 A) e fächerartige Strahlenflur (an) zusammengefaltet und unter en übrigen Flügeltheil eingezogen. Dann legt sich dieser

Wirksamste daran ist das kräftige, elastische Band (g), das sich vom Hinterrande der Mittelbrust (R_2) gegen den des Flügels hinüberzieht. Bei der Entfaltung der Flügel wird dieses Häutchen ausgespannt und zieht, sobald die Muskelkontraction nachläßt, den Flügel gegen Rumpf heran. Unterstützt wird dieses Flügelschlußband durch ein aus drei Chitinstäbchen

Fig. 130.

Mittelbruststelet des Hirschkäfers. schi Schildchen, beiderseits davon das Vorderflügelgelenk, bestehend aus zwei kleinen griffelartigen Fortsätzen (v, h) der Flügelbasis. za Zahn, der in eine Grube des Flügelschlosses (gr) eingreift. l Leiste des rechten Flügels, in den Falz (fa) des linken passend. — Di Diaphragma zum Ansatz der Rückenmuskeln der Hinterbrust. Ka Gelenkkapsel der Hüften (Hü), Se Chitinstücke zum Ansatz der Hüft-Muskeln.

bestehendes Hebelwerk (c, d, e), das in seinem Anschluß einerseits an den Stamm, andererseits an den hinteren Flügelsaum und den Gelenkskopf den Flügel nach innen drückt.

Einige Arten von Flügelversorgung sind aber noch besonders hervorzuheben.

Die Decken der Käfer werden, wenn das Thier vom Fluge zurückkommt, gleich den Schalen einer Muschel auf das innigste sowohl untereinander als mit dem zwischen ihre Wurzeln

[illegible] auch einen größeren Spielraum, wodurch [illegible] kommen, daß man genau nach dem Vorbild des natürlichen einen künstlichen Flügel herstellt, wobei man die Rippen dem Fliegenflügel und die Membran ausgespannte Membran dem einer Kunstflugmaschine erlegt. — Der Leser wird sich zufrieden geben, wenn wir ihm nur die Entstehung der hinterigen Flügel andeuten. Der eigentliche Innenteil bietet gegen [illegible] Streckmuskeln auf, welche die ursprüngliche Vorderrandrippe anziehen und zugleich etwas aufheben. Dadurch wird zunächst die unmittelbar hinter ihr liegende Hautfalte ausgespannt. Da aber diese mit der Längsfalte der Flugmembran eingeschlossenen Endfaser zusammenhängt, so wird, unterstützt durch die [illegible] federartige Cuticula am Hauptgelenk (Fig. 128 c) auch das sogenannte Flügelfeld ausgestreckt. Die hinterste, dem Leib anliegende Stachelenfaser wird dagegen, indem sich der Flügel vom Rumpfe abhebt, einfach nur mitgezogen.

Um den Mechanismus der Kerbflügel richtig zu erfassen müssen wir noch einmal ihr Gelenk etwas genauer ansehen.*)

Wenn wir die Schwingen einer Gerstenmücke (Tipula) zum Ausgangspunkte wählen, so finden wir dieselbe fast genau unseren künstlichen Rudern nachgebildet, indem die länglich Ruderfläche in einen langen Stiel übergeht, der vorwiegend nur aus den dicken Hauptlängsrippen der Flugmembran gebildet wird. Dieser Stiel oder diese Flügelhandhabe (Fig. 64 vF) ist in der Seite der Brustwand dergestalt eingepflanzt, daß der Flügel nahezu den Mantel eines Kegels beschreiben kann. Man mag sich vorstellen, und es ist dies im Grunde genommen

*) Hier erlauben wir uns in aller Bescheidenheit anzumerken, daß nachstehende Darstellung das Ergebniß eigener Studien ist. Pettigrew, der sich um die Erklärung des Flugphänomens viele Verdienste erworben, scheint in den Bau der Insektenflugmaschine nicht tief eingedrungen zu sein. Die beste frühere Arbeit dieser Art ist immer noch die von Chabrier.

der Länge nach in der Richtung (ac) zusammen, wobei die Flügelfluren u und u' nach unten kommen. Der Flügel ist also jetzt auf die in Fig. B dargestellte Fläche reducirt. Schließlich wird die Endflur o' unter den Wurzeltheil o gelegt (C). Eine hübsche Modification dieser Unterflügelverpackung besteht darin, daß (D) die Endflur nach Art einer Düte sich aufrollt.

Die Fähigkeit sich etwas zu falten, haben übrigens die Flugmembranen fast sämmtlicher Insekten, und dieses Vermögen,

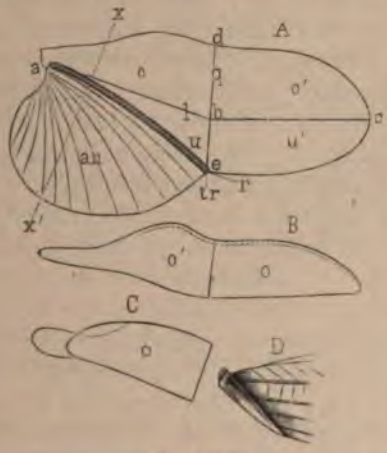


Fig. 131.
Zur Veranschaulichung der Flügelfaltung einer exotischen Blattine. A, B, C die einanderfolgenden Acte. D Einrollung der Endflur einer anderen Art.

die Flughautfläche willkürlich zu erweitern oder zu verkleinern, ist, wie wir hören werden, für die Flugbewegung von großer Wichtigkeit.

Ja, wie werden aber die zusammengefalteten Flügel wieder ausgebreitet? Die Sache stellt sich einfacher und leichter heraus, als man vermuthen möchte und läßt sich am

deutlichsten, auch einem größeren Publikum, dadurch demonstriren, daß man genau nach dem Vorbild des natürlichen einen künstlichen Fittich herstellt, wobei man die Rippen durch Fischbeinstäbe und die dazwischen ausgespannte Membran durch eine Kautschukplatte ersetzt. — Der Leser wird sich zufriedengeben, wenn wir ihm nur die Entfaltung der häutigen Käferflügel andeuten. Der eigentliche Impuls hiezu geht von den Streckmuskeln aus, welche die armartige Vorderrandrippe anziehen und zugleich etwas aufheben. Dadurch wird zunächst die unmittelbar hinter ihr liegende Hautfalte ausgespannt. Da aber diese mit der Längsfalte der klingenartig eingeschlagenen Endflur zusammenhängt, so wird, unterstützt durch die springfederartige Querader am Hauptgelenk (Fig. 128 g) auch das letztgenannte Flügelfeld ausgestreckt. Die hintere, dem Leibe anliegende Strahlenflur wird dagegen, indem sich der Fittich vom Rumpfe abhebt, einfach nur mitgezogen.

Um den Mechanismus der Kerfflügel richtig zu erfassen, müssen wir noch einmal ihr Gelenk etwas genauer mustern.*)

Wenn wir die Schwingen einer Gartenmücke (Tipula) zum Ausgangspunkte wählen, so finden wir dieselbe fast genau unseren künstlichen Rudern nachgebildet, indem die längliche Ruderfläche in einen langen Stiel übergeht, der vorwiegend nur aus den dicken Hauptlängsrippen der Flugmembran gebildet wird. Dieser Stiel oder diese Flügelhandhabe (Fig. 64 v F) ist in der Seite der Brustwand dergestalt eingepflanzt, daß der Flügel nahezu den Mantel eines Kegels beschreiben kann. Man mag sich vorstellen, und es ist dies im Grunde genommen

*) Hier erlauben wir uns in aller Bescheidenheit anzumerken, daß nachstehende Darstellung das Ergebniß eigener Studien ist. Pettigrew, der sich um die Erklärung des Flugphänomens viele Verdienste erworben, scheint in den Bau der Insektenflugmaschine nicht tief eingedrungen zu sein. Die beste frühere Arbeit dieser Art ist immer noch die von Chabrier.

auch wirklich so, daß der starre Flügelstiel die Brustwand durchbohrt und mit einem kurzen Stücke (Fig. 132 a c) in die Höhlung desselben hineinraget. Allerdings findet sich in der Brustwand kein wirkliches Loch, da der Zwischenraum zwischen dem Flügelstiel und dem Thoraxausschnitt durch eine dünne, nachgiebige Haut (c) ausgefüttert ist, an welcher der Flügel, gleichsam wie an einer Axe, aufgehängt ist. Nach dem stellt sich also der Kerfflügel so gut wie jede andere Arthropodenextremität als ein zweiarmiger Hebel dar.

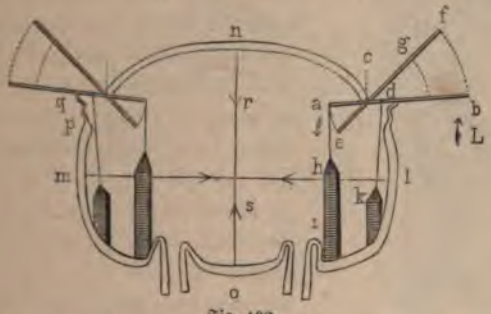


Fig. 132.
Schema der Flugmaschine eines Kerfs. m n l Brustwandung. a b Flügel. c Drehungsaxe. d Angriffspunkt des Flügelsenkers (kd), a jener des Flügelhebers ai. r s Muskel zur Abplattung, ml zur Zusammenschnürung des Brustkorbes.

Die weitere Einrichtung der Flugmaschine glaubt nun der Leser wohl von selbst zu errathen. Wir brauchen nur noch zwei am Kraftarm des Flügels angreifende und einander diametral gegenüberstehende Muskeln, wovon der eine den kurzen Flügelarm herabzieht und dadurch das Ruder hebt, während der andere den Kraftarm nach oben zieht.

Und in der That erfolgt die Hebung des Flügels auf die angegebene Art, indem sich am Ende des frei in die Brusthöhle hineinragenden Flügelstieles (a) ein Muskel (hi) ansetzt, durch dessen Verkürzung der Kraftarm niedergezogen wird.

[redacted]

[illegible] Bewegungen.

[illegible] die Bestimmung einer [illegible] Axe, welche sich [illegible] Fortsetzung der [illegible] wie gleichsam [illegible] Seiten [illegible] die Muskeln [illegible]

Wie [illegible] einzelne Abschnitt [illegible] reduciren, während die andere [illegible] wird. Diese ist [illegible] der Rückenmuskeln, wie [illegible] Beobachter [illegible] Theile [illegible]

[illegible] die Rede [illegible] Winkel [illegible] Kraft [illegible]

[illegible] Bewegungen, die überhaupt auf die Bewegung des [illegible] kommen, umfassen [illegible] Kraft am mathematischesten zur Geltung [illegible] bei allen übrigen Bewegungen wesentlich [illegible] nämlich, es war bereits oben flüchtig davon die Rede, das [illegible] Muskelmassen in einem Theile [illegible] nur der kleinere mit den Knochen [illegible] verbunden, während die übrigen die Fortbewegung nur indirect bewirken.

Muskelsträngen zum Vorschein, die sich in schiefer Richtung zwischen der Flügelwurzel und den Seiten der Brustplatte ausspannen.

Durch den Versuch, indem man die einzelnen Muskeln der Reihe nach mit einer Pincette anzieht, hat man zunächst zu bestimmen, welche davon zum Heben und welche zum Niederschlagen der Fittiche dienen. Bei den Libellen ordnen

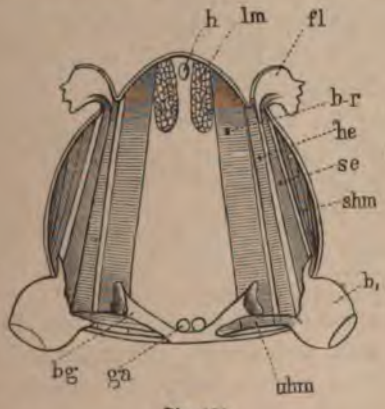


Fig. 134.
Querschnitt durch die Flügelbrust einer Heuschrecke (vgl. Fig. 62), se Senker, he Heber des Flügels (fl), (b-r) Muskeln, die den Brustkorb abplatten, lm₁ die ihn zusammenschnüren.

sie sich in zwei Reihen und zwar so, daß die Beuger oder Senker (s_1 bis s_5) unmittelbar der Brustwand sich anschmiegen (vgl. auch den Muskel dk in Fig. 132 und se in Fig. 134), während die Heber oder Strecker (h_1 bis h_2, Fig. 132 hi und Fig. 134 he) weiter einwärts liegen. Die Gestalt der Flügelmuskeln ist bald cylindrisch, bald prismatisch oder auch bandartig. Die contractilen Faserbündel treten aber nicht unmittelbar an die beschriebenen Gelenkfortsätze heran, sondern gehen, oft schon in sehr beträchtlicher Entfernung davon, in eigen-

durch einen geeigneten Druck mittelst der Finger nachweisen. Die betreffende Musculatur der Falter aber stimmt im wesentlichen genau mit jener der Mücken und der meisten anderen Insekten überein.

Ein klares Uebersichtsbild der angezogenen Verhältnisse gibt das in Fig. 134 dargestellte Brustdiagramm einer Schnarrheuschrecke, wo b—r die Seiten- und lm die querdurchschnittenen Längmuskeln sind.

Im Eingange dieses Kapitels haben wir die Insektenflügel aus blattartigen Falten der Haut hervorgehen lassen. Flügelartige Hautausfackungen sind aber noch lange keine Flugorgane; denn hiezu gehören vor allem auch besondere Muskeln, und so entsteht die Frage, woher wir diese ableiten. Hier gibt der eben erwähnte Flügelbrustquerschnitt, wie uns scheint, einen sehr deutlichen Fingerzeig. Der Brustkorb der flügellosen Larven ist von verschiedenen Muskeln durchzogen, bei denen es zunächst allerdings auf die Bewegung der einzelnen Brustabschnitte abgesehen ist, wie eine solche ja auch am Hinterleibe statt hat, wobei sich bekanntlich gerade die Seiten- oder Bauch-Rückenstränge ganz besonders hervorthun.

Indem aber nun allmälig die Flügel hervorsproßen, treten die entsprechend gelegenen Partieen des Brustmuskelsystems mit diesen in engere Beziehung, während die übrigen durch Veränderung der Brustkorbspannung dies mittelbar thun. Gewisse Abweichungen bleiben vor der Hand freilich ganz unerklärt, umsomehr, als diese Verhältnisse noch gar nicht untersucht sind! Von höchstem Belang ist die Thatsache, daß an Flügeln, die bereits völlig rudimentär geworden, öfters doch noch deutliche Muskeln bemerkt werden.

Da der Brustkorb, sowie alle Hohlräume des Kerfleibes, einerseits mit Blut und andererseits von zahlreichen Luftröhren erfüllt ist, die von da aus in den Flügel eintreten, so ist klar, daß, wenn der Thorax während des Fluges sich

Halten wir uns wieder an den der Länge nach durchschnittenen Mückenbrustkorb in Fig. 64 (pag. 104), so gewahren wir da ein dicht geschlossenes System fast rechtwinkelig sich kreuzender und von einem Wald von Tracheen durchflochtener Muskelbalken, von welchen die einen (l) der Länge nach, d. i. von vorne nach hinten die anderen aber (b—r) in vertikaler Richtung, nämlich zwischen der Bauch- und Rückenplatte sich ausspannen.

Zum leichtern Verständniß dieses mächtigen Muskelapparates wollen wir uns den Kerfbrustkorb durch eines elastischen Stahlring (Fig. 132) veranschaulichen, an dem wir künstliche Flügel einpflanzen. Drückt man diesen Ring von oben nach unten, längs der Linie rs, zusammen, ahmt also den Zug der vertikalen oder lateralen Thoraxmuskeln nach, so schnellen die Flügel beiderseits in die Höhe. Dies erklärt sich damit, daß bei dieser Manipulation ein Druck auf den hebenden Kraftarm der Schwingen ausgeübt wird. Komprimirt man hingegen den Ring von der Seite her (ml), was dasselbe ist, als wenn die längslaufenden Muskeln den Thorax von vorne nach hinten zusammenzögen und dadurch stärker wölbten, so senken sich die Flügel herunter.

Daß diesem Experimenten zu trauen, kann man am besten an einem unserer großen Dämmerfalter sehen, nachdem man ihm früher seine Schuppen ausgerupft. Hier ist namentlich die Mittelbrust stark gewölbt. Die Krümmung dieses Buckels ändert sich aber fortwährend, indem er sich abwechselnd etwas abplattet und wieder anschwillt. Schneidet man nun die strenge so zu nennenden Flügelmuskeln durch, so schwingen doch die Flügel und fast mit gleicher Stärke weiter. Dabei erkennt man auf das Unzweideutigste, daß die Abplattung der Brust eine Hebung und die Verkürzung oder Wölbung derselben eine Senkung der Flugplatten bedingt, und dasselbe läßt sich auch

durch einen geeigneten Druck mittelst der Finger nachweisen. Die betreffende Musculatur der Falter aber stimmt im wesentlichen genau mit jener der Mücken und der meisten anderen Insekten überein.

Ein klares Uebersichtsbild der angezogenen Verhältnisse gibt das in Fig. 134 dargestellte Brustdiagramm einer Schnarrheuschrecke, wo b—r die Seiten- und lm die querdurchschnittenen Längmuskeln sind.

Im Eingange dieses Kapitels haben wir die Insektenflügel aus blattartigen Falten der Haut hervorgehen lassen. Flügelartige Hautausstackungen sind aber noch lange keine Flugorgane; denn hiezu gehören vor allem auch besondere Muskeln, und so entsteht die Frage, woher wir diese ableiten. Hier gibt der eben erwähnte Flügelbrustquerschnitt, wie uns scheint, einen sehr deutlichen Fingerzeig. Der Brustkorb der flügellosen Larven ist von verschiedenen Muskeln durchzogen, bei denen es zunächst allerdings auf die Bewegung der einzelnen Brustabschnitte abgesehen ist, wie eine solche ja auch am Hinterleibe statt hat, wobei sich bekanntlich gerade die Seiten- oder Bauch-Rückenstränge ganz besonders hervorthun.

Indem aber nun allmälig die Flügel hervorsproßen, treten die entsprechend gelegenen Partieen des Brustmuskelsystems mit diesen in engere Beziehung, während die übrigen durch Veränderung der Brustkorbspannung dies mittelbar thun. Gewisse Abweichungen bleiben vor der Hand freilich ganz unerklärt, umsomehr, als diese Verhältnisse noch gar nicht untersucht sind! Von höchstem Belang ist die Thatsache, daß an Flügeln, die bereits völlig rudimentär geworden, öfters doch noch deutliche Muskeln bemerkt werden.

Da der Brustkorb, sowie alle Hohlräume des Kerfleibes, einerseits mit Blut und andererseits von zahlreichen Luftröhren erfüllt ist, die von da aus in den Flügel eintreten, so ist klar, daß, wenn der Thorax während des Fluges sich

rythmisch erweitert und wieder zusammenzieht, die Blut- und Luftfüllung des Flügelröhrennetzes in umgekehrter Weise ab- und zunimmt. Bei der Zusammenschnürung des Thorax werden die genannten Medien „fluthengleich" in die Flügeladern hineingepreßt, um dann, wenn sich die Brust wieder ausdehnt, „wie bei der Ebbe" in sie zurückzuströmen. Ohne Zweifel erleichtert dieser Umstand auch die abwechselnde Streckung und Beugung der Flughäute.

Die nächste Frage geht nun dahin, wie die Insekten mit Hilfe des beschriebenen Mechanismus fliegen können, welcher Art mit andern Worten die Bewegungen der Flügel sind, welche eben den Flug zu Stande bringen.

Ueber diesen schwierigen Gegenstand, dem zwar auch unsere großen älteren Entomologen, wie Strauß, Chabrier, Burmeister u. s. f. nicht fremd blieben, haben aber erst in jüngster Zeit die mühevollen Beobachtungen und Experimente von Marrey und Pettigrew das nöthige Licht verbreitet, und unsere Aufgabe ist es nun, den Leser über das Princip des Insektenfluges zu orientiren.

Dasselbe beruht im wesentlichen auf den gleichen Bedingungen wie das Schwimmen, nur mit dem wichtigen Unterschiede, daß die schwimmenden Thiere meist specifisch leichter, als das betreffende Medium sind, während die fliegenden eine viel größere Dichte als die Luft besitzen. Der Schwimmkäfer gebraucht seine Beinruder, um vorwärts oder in die Tiefe zu kommen, der Falter seine Schwingen zwar ebenfalls, um im Raume vorzurücken, zugleich aber auch, um sich darin zu erheben. Die vorwärts treibende Kraft im Wasser wird dadurch erzeugt, daß die Flossen oder die Schwimmflügel, das umgebende Medium zurückdrängen, wobei dann der Widerstand des Mittels, während die Spitzen der Ruder einen Augenblick fixirt oder unterstützt gedacht werden, auf die Flossenfläche einen Stoß ausübt, durch welchen der

geweckten Kräfte sich linear entgegenstehen. Dies kostet aber immer große Anstrengung, die Flügel müssen nämlich, was wir aus der Erhöhung des Flügeltones entnehmen, viel schneller ja oft viele hundertmale in einer einzigen Secunde bewegt werden.

Beim Fluge wirken aber auch eine Reihe von Umständen mit, welche bei der Schwimmbewegung fehlen oder minder bedeutend sind. Zunächst wird durch den bei der Hebung der Flügel erzeugten Widerstand der Körper nach unten, und umgekehrt bei ihrer Senkung etwas nach oben verrückt, wobei man sich, da sich die Flügelenden auf die Luft stützen, vorstellen kann, daß der Rumpf des Flugthieres an seinen Schwingen aufgehängt sei, etwa wie ein Kompaß in seinen Bügeln. Die Folge davon ist, daß der Körper nicht in einer geraden, sondern in einer wellenartigen Linie sich fortbewegt, in Folge dessen er sich auch leichter im Gleichgewicht erhalten kann.

Es wurde gesagt, daß der Flügel sowohl beim Vor- als beim Rückschlag um seine Längsaxe rotire. Veranschaulicht wird dies durch Fig. 135. Wir sehen da zunächst einige Flügelstellungen beim Vorschlag. Die Bewegung gehe von a aus. Die Flügelebene ist gegen den Horizont schief gestellt, der dicke, in die Luft einschneidende Vorderrand nach vorne und oben, die weiche, um sich selbst etwas gedrehte, segelartige Hinterflur nach hinten und unten gerichtet. Gegen das Ende der wirksamen Bahn (b) schlägt der Flügel mit seiner ganzen Fläche gegen die Luft und kehrt sich dann so um, daß jetzt der Vorderrand nach vorne sieht. Dabei hat die Flügelspitze den durch die Pfeile angedeuteten Bogen beschrieben. Nun beginnt der Rückschlag, wobei sich dieselben Flügelstellungen wie vorhin, nur in entgegengesetzter Richtung einander folgen, und das Flügelende abermals einen Kreisbogen macht, der an den Enden der Bahn, wo die Flügelflächen sich umwenden, direct mit dem früheren Bogen

Ein Umstand, der das Fliegen nicht wenig erleichtert, ist der, daß die Kerbschwingen keine starren, sondern, so gut wie die Flossen der Fische, biegsame Gebilde sind, die, wenn sie von ihrer Wurzel aus geschwungen werden, sowohl der Länge als der Breite nach wellenartig sich krümmen und zwar im allgemeinen so, daß die Flügelspitze einen Drachen bildet, der nach oben, vorne und außen, die Flügelbasis dagegen einen, der nach oben, hinten und innen geneigt ist. Ersterer ist während des Nieder-, letzterer während des Aufschlags am wirksamsten, indem er sich von dem Luftstrome erfassen läßt, der unmittelbar vorher durch den Rückschlag der Flügelspitze erzeugt wurde. Ganz Ausgezeichnetes leisten im letzteren Punkte die an der Unterfläche oft schalenartig ausgehöhlten Flügeldecken der Käfer, die schon Chabrier als Windfänger oder Segel bezeichnete.

„Der Flug ist also als das Ergebniß dreier Kräfte aufzufassen: der elastischen und Muskelkraft, welche ihren Sitz in dem Flügel hat, und wodurch dieser als ein Drachen wirkt beim Auf- wie beim Niederschlag; dem Gewicht des Körpers, welches in dem Augenblicke als Kraft auftritt, wo der Körper sich vom Boden erhoben hat und nun nach unten und vorne zu fallen strebt; und endlich dem Rückstoße der Luft in Folge der schnellen Thätigkeit der Flügel. Diese drei Kräfte sind abwechselnd aktiv und passiv und greifen so ineinander, daß die Senkung der Flügel den Körper und die Senkung des Körpers die Flügel hebt."

Was die Stellung des Körpers während des Fluges betrifft, so ist diese, wie die bereits andeuteten, nur ausnahmsweise eine wagerechte, meist aber eine schief gegen den Horizont geneigte, wobei vom Uebergewicht des Vorderleibes, wenn sich während der Geschwindigkeitsentfaltung, wenigstens [illegible] [illegible] z. B. in Wildenten ganz gerade [illegible] Hinterleib, halten aber [illegible]

sondern vorwärts muß, indem seine geringere Bewegung durch die größere des Schiffes gleichsam verschlungen wird.

Es ist bekannt, daß gewisse Insekten, wie die Falter und Libellen, ihre Schwingen vorwiegend in vertikaler und daß sie andere, wie die Mücken, Wespen u. s. w., mehr in horizontaler Richtung spielen lassen. Man könnte nun meinen, und hat es auch lange gemeint, daß davon auch die Richtung des Fluges abhängig sei, und doch ist kein Irrthum größer als dieser. Worauf man zu wenig Bedacht nahm, ist der Umstand, daß die Flügel bei ihrer geneigten Lage und wenn der Körper bereits in Bewegung ist, ganz für sich allein, also unabhängig von der sie bewegenden Muskelkraft als Motoren wirken, gerade so wie ein von einem Kinde gelenkter Papierdrache oder wie das schief gegen den Wind ausgespannte Segel.

Man kann so sagen: Beim Nieder resp. beim Rückschlag der Flügel erhält der Körper eine gewisse Triebkraft, die gleich dem Zuge auf den Papierdrachen, sobald der Flügel sich hebt, demselben als Luftwiderstand sich entgegenstellt, so daß also der Flügel sowohl während der Hebung als während der Senkung wirksam ist. Während des Aufschlages mehr fortbewegend als hebend, beim Rückschlag mehr hebend als fortbewegend. Noch erhöht wird die Trag- und Triebkraft dadurch, daß der sich hebende Flügel einen Luftstrom nach sich zieht, den er beim Rückschlag wieder trifft. „Der Flügel schafft sich also den Strom selbst, auf dem er sich hebt und fortschreitet".

Wenn die in letzter Instanz durch die Elasticität der Flügelmuskeln gewonnene und gleichsam im Körper aufgespeicherte Triebkraft nicht den schief gestellten Flugplatten, ganz wörtlich genommen, unter die Arme griffe, so wäre auch nicht gut abzusehen, wie manche Insekten, wie die Libellen, Hummeln, Bremsen, Wanderheuschrecken u. s. f. stunden- und tagelang mit solcher Geschwindigkeit und Ausdauer zu fliegen vermöchten.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] [illegible] die Schnelligkeit des Inſektenfluges
[illegible] [illegible] [illegible] in [illegible] Fällen ſogar jener der Vögel
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible], was für relativ ſo minutiöſe
[illegible], die allerdings nur großen auch wieder
[illegible] haben, nicht wenig ſagen will. Selbſt ſehr
Thiere, wie die Roßkäfer, fliegen an warmen Somm
zuweilen mit einer Schnelligkeit, die faſt jener der Sch
gleichkommt. Wahrhaft erſtaunlich iſt, um ein nahe lie
Beiſpiel zu nennen, die Flugkraft der Pferdemagenflieg

Stellungen nöthig. So richten z. B. gewisse Schlupfwespen den Hinterleib vertikal in die Höhe, während ihn andere gar oben über die Brust zurückschlagen. Die Beine werden beim Fluge in der Regel, ganz so wie bei den Nesthockern unter den Vögeln, eng an den Leib gezogen, und nur wenige, wie z. B. die Immen, strecken sie gleich den Reihern stramm nach hinten aus. Dagegen werden die Fühler stets nach vorne gerichtet, um doch einigermaßen das Gewicht des als Steuerruder fungirenden Hinterleibes zu compensiren, und möchten also manche auffallende Fühlerverdickungen auf eine solche correlative Anpassung zurückzuführen sein.

Sehr verschiedenartig gestaltet sich bei den Insekten die Art des Abfliegens. Am bequemsten haben es hier die zugleich mit Sprungvermögen begabten Kerfe, nämlich die Heuschrecken und Zirpen. Sie schnellen sich zuerst mit ihren dicken Schenkeln in die Höhe, spannen dann, schon in der Luft schwebend, ihre weitläufigen Fächer aus und setzen die durch den Sprung genommene Richtung fort. Indeß kehren sie schon nach kurzer Zeit wieder auf den Boden zurück, und ihre Flugbahn gleicht der eines schief in die Höhe geworfenen Steines. Gar keine Mühe macht das Abfliegen jenen Kerfen, welche ihre Flügel immer frei ausgestreckt tragen; bei ihnen ist die erste Flügelbewegung auch der erste Flügelschlag. Bedeutende Anstrengungen haben dagegen die größeren Deckflügler zu machen. Allbekannt sind die Zurüstungen des Maikäfers. Zuerst sehen wir ihn, gleichsam im Vorgefühl der steigenden Arbeit, sich langsam erheben und seine Fühler und die anderen Glieder ausspannen und in Ordnung bringen. Dann sucht er einen erhöhten Ort auf, damit er schon beim ersten Flügelschlag durch die Repulsivkraft der Luft emporgehoben werde. Gleichzeitig wird durch lebhafte Hebungen und Senkungen des Hinterleibes das für die Luftfahrt nöthige Quantum

Griffel aufzufassen, wie wir sie z. B. bei den Heuschrecken bei vielen Netzflüglern und Andern (Fig. 138 a b), wahrnehmen, und die man ihrer wenig ästhetischen Nachbarschaft wegen als Afterborsten (appendices anales) zu bezeichnen pflegt. Daß diese Anhänge nichts anders als der vorderen Fühler hinteres Pal bedeuten, sagt uns einmal ihr mit den Kopfantennen oft völlig identischer Bau, und andererseits kann sich doch Niemand darüber verwundern, daß die so vielen Nachstellungen ausgesetzten Kerfe mit ihrer Hülfe sich auch darüber unterrichten wollen, was hinter ihrem Rücken vorgeht.

Jenen Lesern freilich, die an der Lage dieser posterioren Sinneswerkzeuge Anstoß nehmen, müssen wir noch ausdrücklich bemerken, daß gewisse Würmer nicht bloß Afterfühler, sondern auch Afteraugen sich erfreuen, Dinge, welche speciell bei den in dunkeln Erdgängen hausenden Kerfen doch ohne Zweifel passender durch Tastwerkzeuge vertreten sind.

Wir haben es als eine Besonderheit der Krebse hervorgehoben, daß ihre hinteren Kopffühler zu den verschiedensten Verrichtungen, namentlich aber als Ruder- und als Greiforgane sich gebrauchen lassen.

Genau dasselbe läßt sich von den Afterfühlern der Insekten sagen.

Jedermann kennt die oft den Rumpf an Länge weit übertreffenden Schwanzborsten der im Wasser lebenden Netzflügler- und anderer Insektenlarven. Sind diese nun etwas anderes als mit feiner Empfindung begabte Steuer- oder Ruderorgane, und werden sie vom ausgewachsenen Thier, wenn es sich mittelst der Flügel in die Luft erhebt, nicht zum nämlichen Zweck gebraucht?

Daß sie bei den Agrionlarven, wo sie ein zierliches Kleeblatt vorstellen, zugleich als Kiemen thätig sind, kann der bildenden Natur, die sich ja sogerne eines und desselben Organes

der man sich leicht überzeugen kann, wenn man an einem schwülen Tage auf einem Pferde reitet, das von einer solchen Furie begleitet wird. Selbst beim stürmischesten Galopp bleibt sie nicht zurück, sondern schießt im Gegentheil öfter über ihr Ziel hinaus.

Sehr interessant ist auch die Erzählung eines Engländers, betreffs einer Hummel, welche einem mit vollem Dampfe dahinbrausenden Eisenbahnzuge folgte, und um gleichsam ihre Ueberlegenheit hinsichtlich ihrer natürlichen Beförderungsmittel recht augenscheinlich zu machen, dabei keineswegs immer den geraden Weg einschlug, sondern häufig rund um den Train herumflog oder sonst allerlei unnöthige Schleifenlinien in der Luft beschrieb. Der denkwürdigste Fall ist aber doch der, den uns der berühmte Leuwenhoek mittheilt. Er sah einmal einer Schwalbe zu, die nicht weniger als eine Stunde hindurch in einem langen Corridor einer kleinen Wasserjungfer nachjagte, ohne sie zu erwischen; letztere blieb ihrer Verfolgerin immer wenigstens um eine Klafter voraus. —

Aeußere Hilfsorgane des Hinterleibes.

Es ist sicherlich keine geringe Auszeichnung der meisten Sechsfüßler, daß sie nicht allein das Vorder- sondern auch das Hinterende ihres vieltheiligen Leibes mit einer Reihe von Hilfswerkzeugen ausstaffiert haben, wodurch sie befähigt werden, mit ihrer Umgebung von zwei entgegengesetzten Seiten her in einen engeren Wechselverkehr zu treten.

Im allgemeinen können wir nun diese posterioren Gliedmaßen theils als eine Wiederholung, theils als eine nothwendige, oder doch speciell für unsere Thiere höchst wünschenswerthe Ergänzung der Kopfanhänge betrachten. Als eine Art Wiederholung von Kopfgliedmaßen sind jedenfalls die wohlbekannten, bald einfachen bald gegliederten Fäden und

Griffel aufzufassen, wie wir sie z. B. bei den Heuschrecken bei vielen Netzflüglern und Andern (Fig. 138 a b), wahrnehmen, und die man ihrer wenig ästhetischen Nachbarschaft wegen als Afterborsten (appendices anales) zu bezeichnen pflegt. Daß diese Anhänge nichts anders als der vorderen Fühler hinteren Pol bedeuten, sagt uns einmal ihr mit den Kopfantennen oft völlig identischer Bau, und andererseits kann sich doch Niemand darüber verwundern, daß die so vielen Nachstellungen ausgesetzten Kerfe mit ihrer Hilfe sich auch darüber unterrichten wollen, was hinter ihrem Rücken vorgeht.

Jenen Lesern freilich, die an der Lage dieser posterioren Sinneswerkzeuge Anstoß nehmen, müssen wir noch ausdrücklich bemerken, daß gewisse Würmer nicht bloß Afterfühler, sondern auch Afteraugen sich erfreuen, Dinge, welche speciell bei den in dunkeln Erdgängen hausenden Kerfen doch ohne Zweifel passender durch Tastwerkzeuge vertreten sind.

Wir haben es als eine Besonderheit der Krebse hervorgehoben, daß ihre hinteren Kopffühler zu den verschiedensten Verrichtungen, namentlich aber als Ruder- und als Greiforgane sich gebrauchen lassen.

Genau dasselbe läßt sich von den Afterfühlern der Insekten sagen.

Jedermann kennt die oft den Rumpf an Länge weit übertreffenden Schwanzborsten der im Wasser lebenden Netzflügler- und anderer Insektenlarven. Sind diese nun etwas anderes als mit feiner Empfindung begabte Steuer- oder Ruderorgane, und werden sie vom ausgewachsenen Thier, wenn es sich mittelst der Flügel in die Luft erhebt, nicht zum nämlichen Zweck gebraucht?

Daß sie bei den Agrionlarven, wo sie ein zierliches Kleeblatt vorstellen, zugleich als Kiemen thätig sind, kann der bildenden Natur, die sich ja sogerne eines und desselben Organes

zu mannigfachen Arbeiten bedient, gewiß nur zum Vorzug angerechnet werden.

Weit allgemeiner ist aber ihre Verwendung als Greifwerkzeuge, wobei sie nicht selten eine den vordern Beißzangen oder Kiefern zum Verwechseln ähnliche Gestalt und Beschaffenheit erhalten. Der Umstand, daß diese hinteren Kneipzangen vorwiegend nur bei den Männchen entwickelt sind, legt uns auch ihre Bestimmung nahe. Sie sind Hilfsorgane der Begattung. Während nämlich die Männchen der höheren Thiere ihre Auserwählte in der Regel mit den Vordergliedmaßen packen und fest halten, sind bei den Insekten zu dem Behufe eigene Copulationsvorrichtungen zu Stande gekommen, deren Situation zwar nicht schön aber praktisch ist.

Hierher gehören unter Anderm die wahrhaft herkulischen Hinterleibszangen der Ohrwürmer, die aber nur beim Männchen so groß werden und mit so scharfen Zähnen und Hacken sich versehen, weiters die langen Reife der Heuschrecken, der Libellen u. s. w.

Auch viele Fliegen (z. B. die Mücken) und Immen haben dergleichen Werkzeuge, deren Applicirung aber den weiblichen Dulderinnen nicht immer sehr angenehm sein mag.

Manche Insekten, wie z. B. gerade die Oehrlinge, pflegen sich übrigens auch mit diesen Zangen zu vertheidigen.

In nächster Nähe dieser meist aus einer Umgestaltung der fühlerartigen Schwanzborsten hervorgegangenen Kopulationsgeräthe finden wir aber bei vielen Insekten noch besondere, ausschließlich auf die geschlechtlichen Functionen bezügliche gliedmaßenartige Einrichtungen, die aus den Bauchplatten der letzten zwei oder drei Hinterleibsringe sich entwickeln: dies sind die äußern Geschlechtsorgane im engeren Sinne. Darunter verstehen wir einerseits die vielgestaltigen mechanischen Apparate zum Ablegen und zur Unterbringung der Eier und andererseits die Stimulations- und Samenübertragungsorgane

wird dies bei der Durchmusterung der ersten Spuren dieser Theile an einem ganz jungen Thier, wie wir ein solches von der Bauchseite dargestellt, in Fig. 138 vor uns haben.

Die Ziffern 7, 8, 9 ꝛc. bezeichnen die aufeinanderfolgenden Hinterleibsringe, das 10. beziehungsweise 11. ist der Schluß- oder Afterring.

Vor letzterem, am 8. und 9. bemerkt man an der Bauchplatte je ein Paar, anfangs ganz winziger Zäpfchen oder Würzchen (8, 9), die, bei jeder Häutung sich verlängernd, endlich die oben beschriebenen Blätter geben.

Das zweigeglitzte Mittelstück, der Legestachel (9* vergl. auch Fig. 138 B) entsteht aus Hautwucherungen, die zwischen jenen der hinteren Scheidenblätter, gleichsam als Nebenanhänge hervorsprossen.

Lehrreich ist auch eine Vergleichung des Ovipositors der Laubheuschrecken mit jenem ihrer schnarrenden Brüder, der Grashüpfer in Fig. 69 (S. 110). Es sind dieselben und von uns auch mit den nämlichen Ziffern bezeichneten Bestandtheile. Die Scheiden sind hier aber kürzer und stärker und bilden eine Doppelzange, mit der ihre Besitzer Gruben aufscharren, in welche die Eier untergebracht werden. Interessant ist das Mittelstück (9*); es ist kaum größer als der sötale Laubheuschreckenlegestachel. Hier sieht man zugleich den kräftigen Muskelapparat, der die vier Arme dieser Zange in Bewegung setzt.

Aehnliche, aber meist viel kürzere und mehr verborgene Schneide-, Säge-, Raspel- und Bohrinstrumente haben die Blattwespen, Zirpen und etliche Käfer. Auch der vielbeschriebene Bienenstachel hat genau dieselben Theile, nur inniger verbunden. Man unterscheidet ein zweiblättriges Futteral (Anhang der 8. Bauchplatte) und das Stilet. Letzteres besteht aus einer Rinne (8. Bauchplatte), in deren seitlichen Nuten sich zwei mit Widerhaken besetzte Stifte auf- und abschieben.

welche die aus dem Geschlechtsgange herausgepreßten Eier in sich aufnimmt. Dies ist der strenge so zu nennende Legestachel. Die vier übrigen oder äußeren Blätter, die am Rande gegen die schneidende Spitze zu bezahnt sind, stellen dann um dieses Mittelstück, eine Art Futteral oder Scheide dar, innerhalb welcher, unterstützt durch die Schiebbewegungen des genannten Werkzeuges, die Eier hinabgleiten. Die ganze Einrichtung hat offenbar, um an bekannte Dinge anzuknüpfen,

Fig. 138.

Fig. 139.

Fig. 138.
Hinterleibsende desselben Thieres im Jugendzustand.

Fig. 139.
Hinterleibsende einer männlichen Laubheuschrecke (Ephippigera vitium) von unten. 8 Die zurückgestülpte Genitalplatte, g Geschlechtsöffnung. Dahinter eine Hauttasche mit einem gabelförmigen Stimulationsorgan, das genau dem Mittelstück der weiblichen Legescheide entspricht. oa obere Afterklappe. sd seitliche Griffel.

viel Analoges mit dem Bau des Bienenrüssels, ja die Vergleichung läßt sich sogar noch weiter, nämlich auf die Entwicklung ausdehnen. Die Immenzunge mit ihren scheideartig anschließenden Nebenlippen einer- und die zwei eigentlichen von den Unterkiefern gebildeten Scheiden andererseits, entsprechen, wie bekannt, je einem Extremitätenpaar. So auch hier. Die zweigrätige Rinne (9*) und die rückenständigen Scheiden (9) gehören zusammen, d. h. sind Anhänge eines und desselben und zwar des neunten Hinterleibssegmentes, während die beiden ventralen Blätter (8) Auswüchse des vorhergehenden oder achten sind. Noch anschaulicher

hervorgepreßt wird. Hinter und über dieser, der 8. Bauchp
angehörigen Geschlechtsmündung liegt aber eine in den
sich einsenkende Hautfalte, ausgerüstet mit einem dolch-
gabelförmigen Merkeinstrument (9), das bei der Kopul
hervorgeschnellt wird und offenbar auf das Weibchen eine st
lähmende Wirkung ausübt. Interessant ist für den vergleiche
Anatomen der Umstand, daß dieses Reizorgan ge
dem Legestachel des Weibchens entspricht,
dies namentlich bei Zwittern deutlich wird,
beide, nebeneinander, von derselben Stelle e
springen.

Einen sternlichen Penis, das ist ein Rohr oder eine Ri
die behufs der Ausspritzung des Samens in die weibliche Sch

Fig. 140.
Der Länge nach durchschnittener Hinterleib eines männlichen Maikäfers zur D
stirung des Begattungsapparates. a äußeres, i inneres Penisetui, ru hr
schnellte Ruthe.

eindringt, kann der Leser dagegen bei einem Maikäfer s

Es handelt sich da um einen sehr komplicirten Mech
mus. Das Wesentlichste ist die eigentliche Ruthe (Fig. 14
und Fig. 59 r), eine vom Samengang (sg) entspringende
im unthätigen Zustand spiralförmig aufgerollte Injekti
Kanüle von unsäglich feiner Porung. Dieses Röhrchen
aber durch eine umfangreiche hornartige Chitinkapsel (a)
im Innern eine zweite (i) eingeschachtelt enthält.

Dieser Stachel dient aber den weiblichen Arbeitsbienen nicht zum Eierlegen, sondern zur Wehre. Die Eier gleiten unterhalb desselben herab.

Dagegen tritt der Legebohrer der Schlupf- und Gallwespen (Fig. 73 S. 112) wieder in das alte, ursprüngliche Recht. Bei einer Länge, die oft jene des Körpers um das zwei- oder dreifache übertrifft, — und daher im unthätigen Zustande häufig wie eine Spiralfeder aufgerollt — ist der von zwei Scheideblättern geschützte Stachel oft so dünn wie ein Haar, und dennoch dringt er mit Leichtigkeit, gleich einer feinen englischen Nadel, durch die Haut der Raupen und anderer Insektenlarven beziehungsweise in die verschiedenen Pflanzentheile, wohin die Eier abgelegt werden.

Sehr sinnreich sind die Legeröhren vieler Zweiflügler und Käfer. Die letzten in die Leibeshöhle eingezogenen Ringe bilden einen nach Art eines Fernrohres aus- und einziehbaren Tubus, durch den die Eier ihren Weg nehmen.

Manche andere Insekten haben dagegen zur Ablegung der Eier gar keine besonderen Werkzeuge. Sie lassen sie einfach aus der durch die bekannte Schuppe gedeckten Geschlechtsöffnung auf den Boden fallen, wenn sie nicht etwa früher mit der Hinterleibsspitze oder mit den Vorderbeinen ein kleines Nest bereiten.

Unter den äußeren Geschlechtsorganen der Männchen lassen sich im wesentlichen zweierlei Einrichtungen unterscheiden. Die Männchen jener prüden Kerfe, die, wie z. B. die Laubheuschrecken und Grillen, den Befruchtungsstoff in eigenen kleinen Büchschen oder Patronen übertragen, bedürfen keiner besonderen Ruthe. Der Samengang mündet hier in eine weite trichterartige Oeffnung aus (Fig. 139 g), durch welche von Zeit zu Zeit und — und wie einmal nicht zu verschweigen — oft auch in Abwesenheit eines Weibchens, die Samenkapsel

Fig. 141.

Libelle (Libellula depressa) vom Rücken geöffnet. Längs der Mitte des Bauches sieht man die Ganglienkette. oG oberes, uG unteres Kopfganglion. B_1, B_2, B_3 Brust-, h_1—h_7 Hinterleibsganglien. Letztere liegen in einer von den Bauchschienen gebildeten Rinne (a), welche durch eine muskulöse Platte oberseits abgeschlossen ist und als pulsirender Blutkanal fungirt.

den Anstoß zur Erregung jener Nerven geben, welche zu den Endorganen, nämlich den Muskeln, Drüsen, Leuchtzellen u. s. w. hinführen und die man deshalb centrifugale oder auch, weil

Der Hohlraum der weiteren Kapsel ist ganz mit Muskelsträngen ausgefüllt, die das innere Penisetui hervor-, resp. auch wieder zurückziehen und die äußere Gelenksfalte trägt unterseits zwei derbe Chitinspangen zur Anheftung jener Muskeln (m), welche die gleichen Bewegungen hinsichtlich der äußeren Kapsel vollführen.

Bei der Begattung wird zuerst der äußere Pfeil hervorgeschnellt und dringt in die eigens zu seiner Aufnahme bestimmte umfangreiche Kopulationstasche des Weibchens ein, worauf dann der zweite innere Pfeil sammt der Ruthe zur Entladung kommt.

Ist der ganze Apparat hervorgestülpt, so erkennt man auch, daß er, gleich der Legeröhre der Fliegen, aus einer allerdings sehr eigenthümlichen Umformung der letzten zwei Hinterleibsringe entstanden ist, und muß der Leser also zugestehen, daß nicht bloß aus den Extremitäten-, sondern auch aus den Stammringen alles Mögliche sich machen läßt.

VII. Kapitel.

Nervenapparat.

Unter dem Nerven-, oder wie wir ihn in einem allgemeineren Sinne besser nennen, unter dem Reizcirkulationsapparat verstehen wir bekanntlich jenen eminent thierischen Mechanismus, dem die Aufgabe zufällt, die Molekularbewegungen der Außenwelt in solche der Nervensubstanz umzuwandeln und sie dadurch als Motoren und Regulatoren des Organismus nutzbar zu machen. Dies wird (Fig. 147) erreicht durch die eigenartigen Anfangs- (pz), Central- (cz) und Endzellen (e) dieses Systems, welche durch die „Leitungszellen" oder Nervenfasern in einen streng systematischen Verband gebracht sind. In den Anfangszellen resp. den Sinnesorganen und den Anfängen der sensibeln Nerven überhaupt werden zunächst die Molekularvorgänge der Außenwelt in Nervenreize umgesetzt, die dann

Aufgabe, das müssen wir sofort bekennen, kann leider nur höchst unvollkommen gelöst werden.

Bei der schon wiederholt hervorgehobenen Verschieden-

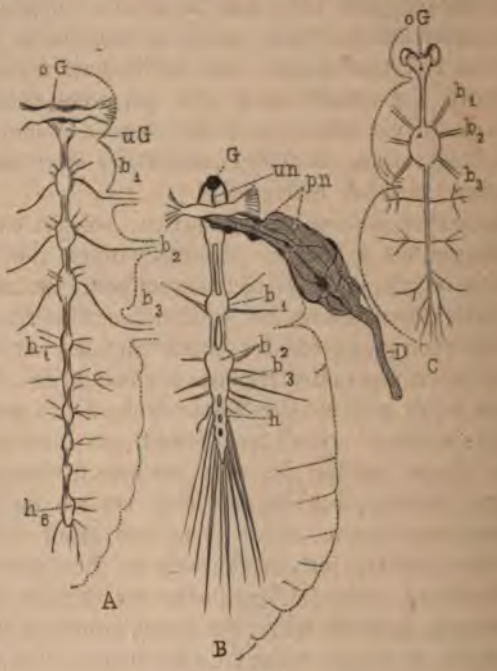


Fig. 142.
Nervensysteme. A einer Termite, B eines Schwimmkäfers (Dytiscus), C einer Fleischfliege. oG oberes, uG unteres Schlundganglion b_1, b_2, b_3 Brust-, h_1 ... Bauchganglien. G Stirnganglion. un unparer, pn paariger Schlundmagennerv. (D Darm).

artigkeit, ja Gegensätzlichkeit des Wirbel- und Gliederthierwesens, die durch gewisse neuere Entdeckungen, z. B. jene Semper's über die den Anneliden sozusagen nachgebildeten Segmentalorgane der Haie, durchaus nicht alterirt werden kann, darf

es uns gewiß nicht einfallen, eine direkte morphologische Vergleichung ihres Nervensystemes zu versuchen, trotzdem daß mancherlei durch die gesammte Organisation bedingte übereinstimmende Verhältnisse dazu einladen.

Eine solche Uebereinstimmung findet sich zunächst in der Lagerung und Erstreckung der Centralmasse längs der ganzen Mittellinie des Körpers und in ihrer Scheidung in eine rechts- und linksseitige Hälfte.

Dagegen weiß der Leser bereits, daß der Haupttheil der Centralmasse, gleichsam dessen Schwerpunkt nicht wie bei den Wirbelthieren über, sondern (vgl. Fig. 9, S. 27) unter dem Darme, also am Bauche gelegen ist, und wenn wir auch, um das Bauchmark- gewaltsam in ein Rückenmarkthier zu verwandeln, selbes auf den Rücken legen, so kommt gerade jener Abschnitt, der mit dem Wirbelthiernervencentrum noch die meiste Analogie verräth, nämlich das obere Schlundganglion (oG) oder das Gehirn unter den Schlund. Mit der Behauptung, daß bei den Gliederthieren der Schlund zu weit unten durchbreche und von rechtswegen über dem vordersten oder Schlußglied der Ganglienkette hinweggehen sollte, ließe sich allerdings auch dieser Stein des Anstoßes beseitigen; der Leser wird aber einsehen, daß man nach dieser Methode das Insekt nach und nach auch in eine Schnecke verwandeln könnte. —

Wie man am deutlichsten bei Amphibien und Fischen sieht, sondert sich der vordere, oder Kopf-Abschnitt der Centralmasse, d. i. also das Gehirn, in eine Reihe hintereinander liegender Anschwellungen (Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Kleinhirn, Nachhirn u. s. w.) resp. Blasenpaare und ist mit dieser morphologischen Gliederung auch eine funktionelle verbunden, indem z. B. dem Mittelhirn vorwiegend die Zusammenordnung der Empfindungen, dem Kleinhirn die Regulirung und Kombination der Bewegungen zugeschrieben wird, während im Großhirn die psychischen Funktionen der

Verdauung, des Athmens, des Blutes u. s. w. vor sich gehen. — Der hintere Abschnitt des Cerebrospinalsystems hingegen, das Rückenmark, erscheint uns allerdings als ein continuirlicher Strang, indessen hat doch das Mikroskop, speciell bei den Amphibien, eine innerliche Sonderung in ganglienartige und bis zu einem gewissen Grade auch selbständig functionirende Abtheilungen nachgewiesen, wie es denn ja auch bekannt ist, daß es nicht bloß gleichsam die allgemeine Strasse vorstellt, auf der die zwischen dem Gehirn und den abseits gelegenen Kunstorganen hin und wider laufenden Nervenerregungen circuliren, sondern daß es zugleich als Uebertragungs- und als selbständiges Centralorgan fungirt, während sein vorderster Abschnitt, das sogenannte verlängerte Mark, für das autonome Innervationscentrum des Ernährungsapparates gilt.

Wenn aber der Nervencentralapparat selbst bei Thieren von so gedrungenem Körperbau, wie ihn eben die Wirbelthiere zeigen, eine so weitgehende Segmentirung erfährt, dürfen wir uns dann wundern, daß er bei den aus zahlreichen Theilen zusammengestückelten Gliederthieren in jene strickleiterartige Kette von Doppelknoten sich auflöst, wie wir sie bereits aus der Einleitung kennen? Ohne dadurch etwa eine nähere Beziehung zwischen dem Rücken- und Bauchmark anzudeuten, wollen wir doch dem letzteren nicht bloß wegen seiner äußerlichen, zerschnittenen Form schon im Vorhinein eine gewisse Analogie mit dem Wirbelthierrückenmark absprechen. — So viel im allgemeinen.

Wir haben nun auf die nähere Betrachtung der Ganglienkette bei den Insekten einzugehen. Wir werden sie genau nach dem allgemeinen Typus gebildet finden und Abänderungen nur insoweit wahrnehmen, als sie durch jene der Gesammtorganisation und namentlich durch die Gliederung des Hautskeletes und seiner Muskulatur bedingt sind. Insbesondere kann auch hier als Regel gelten, daß jedes selbständig bewegliche

Rumpfsegment sein separates Nervencentrum besitzt, während auf den Kopfabschnitt deren zwei entfallen, wovon das hintere unter und das vordere über dem Schlund gelegen ist.

Wir haben früher die Form des Gliederthierbauchmarkes mit einer Strickleiter verglichen. Indessen hat sich in diesem Systeme der Dualismus nicht als praktisch erwiesen und hat eine bedeutende Annäherung der ursprünglich, z. B. bei den Flohkrebsen, noch getrennten Hälften in der Weise Platz gegriffen, daß höchstens nur die Zwischenknotenstücke oder die Längscommissuren sich getrennt erhalten (Fig. 181), während die beiderseitigen Knoten stets in einen einzigen verwachsen und ihre Duplicität äußerlich nur zuweilen durch eine mittlere Furche andeuten. Im allgemeinen kann man also sagen, daß die Ganglienkette der Insekten die Gestalt eines einfachen, in gewissen Intervallen knotig verdickten Stranges hat; denn auch in dem Falle, wo die Internodien gesondert bleiben, liegen sie entweder ganz knapp nebeneinander, oder werden sogar durch eine gemeinsame Hülle zu einem einzigen Bande vereinigt.

Ein solches Doppelganglion ist nun auch das vorderste Glied der ganzen Kette, dem man gemeiniglich den Namen Gehirn gibt. Seiner durchschnittlichen Massenentfaltung nach hat es übrigens wenig Anrecht auf eine separate und namentlich auf eine so vielsagende Bezeichnung; denn im allgemeinen scheint es nur bei Kerfen mit großen Augen und starken Fühlern erheblich größer wie die anderen zu sein. Wir sagen scheint, weil gerade die oft lappenartigen Wurzeln der betreffenden Sinnesnerven das Meiste zu seiner Vergrößerung beitragen. Wenn man aber von diesen Zuthaten absieht, so ist in der Regel, äußerlich wenigstens, keine weitere Differencirung zu sehen und der übrig bleibende Rest oft sogar kleiner als die Rumpfganglien. Dessenungeachtet wollen wir seinen besonderen Fähigkeiten vorläufig nicht nahetreten, wenn man sich auch von so unansehnlichen Knötchen, die man oft mit Mühe

zwischen den Kreuzmuskeln suchen muß, nicht viel Geistesverwandtschaft verschmähen darf.

In dem gewiß löblichen Bestreben, dem oberen Kerstaupganglion auch eine gewisse anatomische Superiorität zu verschaffen, hat Leydig, der sich um die Erforschung der Gliederthiere ein unsterbliches Verdienst erworben, dem oberen Schlundganglion (Fig. 87, S. 181, oG) noch das untere (uG) als einen integrirenden Bestandtheil zuzugesellen wollen, d. h. er faßt den gesammten Schlundring als Gehirn auf, indem er den unteren aber Kehlknoten dem Kleingehirn der Wirbelthiere homologisirt. Aber abgesehen davon, daß die von ihm gegebene physiologische Begründung doch nicht ausreichend sein möchte, dürfen wir nicht vergessen, daß dieses letztere Ganglion mit der Innervirung von nicht weniger als drei Mundgliedmaßenpaaren vollauf beschäftigt ist und der ihm vindicirten Führerrolle bei der Regulirung der verschiedenartigen Körperbewegungen doch nicht gewachsen sein möchte.

Die Anpassung des Bauchmarks an die äußere Körpergliederung tritt am anschaulichsten im Brustkorb zu Tage. Wo, wie bei den fußlosen Larven, die Brustringe sowohl unter sich als mit den Bauchringen an Größe und Beweglichkeit übereinstimmen, bildet das Bauchmark eine einfache Reihe gleichartiger Ganglien. Die Brustknoten nehmen aber sofort an Umfang zu, sobald die Ausbildung der Beine auch eine Vermehrung oder doch Verstärkung der peripherischen Nerven erfordert (Fig. 141, 142 B_1, B_2). Kommen, wie gewöhnlich, noch Flügel hinzu, so wachsen die betreffenden zwei Knoten noch stärker und zwar hält diese Massenvermehrung der anregenden Nervensubstanz genau Schritt mit jener der kontraktilen, so daß also, z. B. bei den Faltern, wo die Vorderflügel die Oberhand haben, das Mittel-, bei den Käfern dagegen, wo die Hinterflügel prävaliren, das Hinterbrustganglion das größte ist.

Um den unerläßlichen gegenseitigen Rapport zwischen den Flügelganglien zu erleichtern, rücken sie ferner meist hart aneinander (Fig. 141) oder verschmelzen, und oft sogar mit Einbeziehung des Halsganglions, zu einer einzigen großen Markkugel, die aber innerlich ihre Zusammensetzung nicht verläugnen kann.

Die strenge so zu nennende Bauch- oder Abdominalganglienkette läßt, wie begreiflich, die meisten Variationen zu, oft aber auch solche, die mit der äußeren Gliederung nicht recht harmoniren wollen. Im schönsten Ebenmaße stehen die Ganglien der Larven und der langleibigen Kerfe überhaupt. Jeder Leibesring besitzt hier seinen selbständigen Lebensherd, sein besonderes Specialgehirn, wobei indeß die Längscommissuren an einer Stelle doppelt, an einer andern wieder einfach sind. Mehr als 8 getrennte Ganglien sind übrigens noch nirgends beobachtet; die letzten zwei oder drei Hinterleibssegmente müssen sich mit einem einzigen, in der Regel aber auffallend großen behelfen. Für die ausgebildeten Kerfe ist 7 schon eine hohe Zahl, meist sind 6 oder 5 zugegen Ein gutes Beispiel für die oft ganz unsymmetrische Vertheilung derselben und der von ihnen innervirten Territorien haben wir an der Werre ausfindig gemacht.

Das erste Hinterleibsknötchen liegt unmittelbar hinter dem letzten Brustganglion, das 2. auf der Mitte des 1. Hinterleibsringes, das 3. auf jener des 3. Segmentes, das 4. auf jener des 5. und das letzte oder 5. Knötchen auf der Mitte des 8. Ringes; der 2., 4., 6. und 7. Hinterleibsgürtel geht also ganz leer aus.

Die Vertheilung der von den ersten der genannten Ganglien ausstrahlenden Nerven verhält sich so: Die Nerven des Hinterbrustknotens versorgen den ganzen ersten und einen Theil des 2. Hinterleibssegmentes, jene des ersten Hinterleibsganglions den 2. und 3. Ring, während die Nerven des im

[illegible] Segmente liegenden Ganglions zum 4. und 5. Ringe [illegible].

Wir sehen demnach, daß das eigentliche Territorium eines Ganglions nicht immer dort zu suchen ist, wo das letztere liegt, daß also [illegible] zu sprechen, auch im thierischen Organismus die Centralregierung eines bestimmten Machtbezirkes auch außerhalb seiner Grenzen, gleichsam in einem fremden Staate [illegible] kann. —

Manche [illegible] zwar sämmtliche Ganglien ihre Selbständigkeit, rücken aber hart aneinander. — Auf diese Art bekommt z. B. das Bauchmark einer Wasserfliegenlarve (Corethra) die Gestalt einer Perlenschnur, während Cuvier jenes der Ameisenjungfer mit dem geringelten Schwanz einer Kanonenkugel vergleicht. Solche Koncentrirungen können, wenn der Körper noch weiter geht. Der Engerling des Maikäfers hat noch einzelne, nur durch schwache Querfurchen angedeutete Bauchganglien besitzen. Dagegen kommt es bei [illegible] Kerfen, deren Hinterleibsschienen enge in einander [illegible], z. B. bei Wespen und Fliegen sehr häufig vor, daß die gesammte Bauchganglienkette in einen einzelnen Knoten oder auch in einen mehr strangartigen Körper zusammenschmilzt, so daß sich dann die scharfe Dreitheilung des Hauptganglions auch innerlich am Nervensystem wiederfindet. Den höchsten Grad erreicht diese Koncentrirung aber bei jenen Kerfen (Fig. 142 C), z. B. einigen Fliegen, wo die gesammte Rumpfganglienreihe sich auf einen massigen Brustknoten reducirt, und es fehlte dann nur noch die Konsolidirung mit dem Kehlganglion, um jene eigenthümliche Bildung der Krabben zu erhalten, bei denen das ganze Centralnervensystem aus einer einzigen weiten Schlinge mit zwei Ganglien besteht, wovon das kleinere oben im Kopfe sitzt, während das andere, einem vielstrahligen Ordenssterne gleich, unten auf der Brust hängt.

Um den unerläßlichen gegenseitigen Rapport zwischen den Flügelganglien zu erleichtern, rücken sie ferner meist hart aneinander (Fig. 141) oder verschmelzen, und oft sogar mit Einbeziehung des Halsganglions, zu einer einzigen großen Markkugel, die aber innerlich ihre Zusammensetzung nicht verläugnen kann.

Die strenge so zu nennende Bauch- oder Abdominalganglienkette läßt, wie begreiflich, die meisten Variationen zu, oft aber auch solche, die mit der äußeren Gliederung nicht recht harmoniren wollen. Im schönsten Ebenmaße stehen die Ganglien der Larven und der langleibigen Kerfe überhaupt. Jeder Leibesring besitzt hier seinen selbständigen Lebensherd, sein besonderes Specialgehirn, wobei indeß die Längscommissuren an einer Stelle doppelt, an einer andern wieder einfach sind. Mehr als 8 getrennte Ganglien sind übrigens noch nirgends beobachtet; die letzten zwei oder drei Hinterleibssegmente müssen sich mit einem einzigen, in der Regel aber auffallend großen behelfen. Für die ausgebildeten Kerfe ist 7 schon eine hohe Zahl, meist sind 6 oder 5 zugegen Ein gutes Beispiel für die oft ganz unsymmetrische Vertheilung derselben und der von ihnen innervirten Territorien haben wir an der Werre ausfindig gemacht.

Das erste Hinterleibsknötchen liegt unmittelbar hinter dem letzten Brustganglion, das 2. auf der Mitte des 1. Hinterleibsringes, das 3. auf jener des 3. Segmentes, das 4. auf jener des 5. und das letzte oder 5. Knötchen auf der Mitte des 8. Ringes; der 2., 4., 6. und 7. Hinterleibsgürtel geht also ganz leer aus.

Die Vertheilung der von den ersten der genannten Ganglien ausstrahlenden Nerven verhält sich so: Die Nerven des Hinterbrustknotens versorgen den ganzen ersten und einen Theil des 2. Hinterleibssegmentes, jene des ersten Hinterleibsganglions den 2. und 3. Ring, während die Nerven des im

letzteren Segmente liegenden Ganglions zum 4. und 5. Ringe hintreten.

Wir sehen demnach, daß das eigentliche Territorium eines Ganglions nicht immer dort zu suchen ist, wo das letztere liegt, daß also, um figürlich zu reden, auch im thierischen Organismus die Centralregierung eines bestimmten Machtbezirkes auch außerhalb seiner Grenzen, gleichsam in einem fremden Staate amtiren kann. —

Mitunter bewahren zwar sämmtliche Ganglien ihre Selbständigkeit, rücken aber hart aneinander. — Auf diese Art bekommt z. B. das Bauchmark einer Wasserfliegenlarve (Stratiomys) die Gestalt einer Perlenschnur, während Cuvier jenes der Ameisenlöwenlarve mit dem geringelten Schwanz einer Klapperschlange vergleicht. Solche Koncentrirungen können, selbst bei Larven, noch weiter gehen. Der Engerling des Nashornkäfers soll einen einzigen, nur durch schwache Querfurchen abgetheilten Bauchknoten besitzen. Dagegen kommt es bei ausgebildeten Kerfen, deren Hinterleibsschienen enge in einander stecken, z. B. bei Wanzen und Fliegen sehr häufig vor, daß ihre gesammte Abdominalganglienkette in einen einheitlichen Klumpen oder auch in einen mehr strangartigen Körper zusammenschmilzt, so daß sich dann die scharfe Dreitheilung des Hautpanzers auch innerlich am Nervensystem widerspiegelt. Den höchsten Grad erreicht diese Koncentrirung aber bei jenen Kerfen (Fig. 142 C), z. B. einigen Fliegen, wo die gesammte Rumpfganglienreihe sich auf einen massigen Brustknoten reducirt, und es fehlte dann nur noch die Konsolidirung mit dem Kehlganglion, um jene eigenthümliche Bildung der Krabben zu erhalten, bei denen das ganze Centralnervensystem aus einer einzigen weiten Schlinge mit zwei Ganglien besteht, wovon das kleinere oben im Kopfe sitzt, während das andere, einem vielstrahligen Ordenssterne gleich, unten auf der Brust hängt.

Ueber die Verbreitung der Seiten- oder peripherischen Nerven, welche aus den beschriebenen Axialganglien hervorgehen, wissen wir dem Leser wenig Interessantes zu bieten. Sollte er sich aber selbst einmal die Mühe nehmen, dem Verlauf und den Verzweigungen derselben an den verschiedenen Leibesorganen nachzugehen, so würde er finden, daß das ganze Nervennetz weitläufig genug ist, um einerseits alle den Körper beeinflußenden Reize zur Anzeige im Centralorgan zu bringen, und hinwiederum auch Bahnen genug vorhanden sind, welche die Erregungen und Befehle des Centrums nach außen leiten.

Wie viele Hauptstraßen dann zu dem Zwecke bestehen, läßt uns ziemlich gleichgiltig, und der Leser stößt sich wohl auch nicht daran, daß die hin- und rücklaufenden „Leitungsdrähte" auf große Strecken in ein einziges Kabel zusammengefaßt sind, wenn auch die umfangreicheren Organe, wie z. B. die Flügel, die Beine, die Mundtheile, Fühler u. s. f. sowohl ihre gesonderten Empfindungs- als Bewegungsnerven haben können, und bei den gemischten Nervenbahnen wenigstens am Ursprung eine Scheidung in eine obere motorische und in eine untere sensible Wurzel beobachtet ist. — Daß von den zusammengesetzten Ganglien, wie z. B. dem Kehlknoten, dem gemeinsamen Brust- oder Hinterleibsmark der Fliegen u. s. w. relativ mehr Nerven als von den einfachen entspringen, ist selbstverständlich.

Außer diesen Nerven, die so gut wie ihre Centra, die Gehirn- und Bauchmarksganglien, hinsichtlich ihrer Lage einen rein segmentalen Charakter zeigen, haben schon Swammerdamm und Lyonet, und zwar am Nashornkäfer und an der Weidenraupe, und später insbesondere Joh. Müller, Newport und Leydig noch andere entdeckt, deren Verbreitung sich nicht nach dem jeweiligen Leibesabschnitte richtet, in welchem ihr Centrum liegt und wohin sie gleichsam

Fig. 143.

Partie der Bauch-Ganglienkette einer Laubheuschrecke (Locusta viridissima) zur Versinnlichung ihres feineren Baues. a, q, r, p Verbindungssträhne (Kommissuren) zwischen den Ganglien. b äußere Zellen-, c innere Faserpartie der letzteren. d Querkommissuren zwischen den Ganglienkernen. f, k peripherische Nerven, l vom Fettkörper gebildete äußere, Cu innere (eigentliche) Nervenscheide. Ma zugehörige Mutterlage. m multi-, n u. o unipolare Ganglienzellen; (letztere aus dem Gehirn.) s Luftröhrennetz, die Ganglienkerne umspinnend. o sog. sympathischer Nerv mit ganglösen Anschwellungen (h).
(Nach Leydig).

zuständig sind, sondern welche, indem sie die Verrichtungen gewisser, nicht auf einzelne Körpersegmente beschränkter Organe zu regeln haben, mit diesen weit über ihr eigentliches Heimatsgebiet hinausschweifen. Dahin gehören insbesondere die auf dem Vorder- und Mitteldarm, sowie auf dem Herz sich verbreitenden Nervenpartien, die wir ihres gemeinsamen Ursprungs und ihrer übereinstimmenden und unabhängigen Leistungen halber als ein besonderes Neben- dem Hauptsystem an die Seite stellen. Mit Rücksicht auf den anatomischen Zusammenhang mit dem letzteren kann es in zwei Theile zerlegt werden. Den einen bildet der sogenannte unpaare Nerv. Er entspringt mit zwei Wurzeln vorn am Gehirn, verdickt sich an der Stirn zu einem Ganglion (Fig. 142, B, G) und geht daraus als ein einfacher über dem Rücken des Speiserohrs verlaufen-

der Strang (un) hervor, der bei seiner Endigung am Magen abermals knotig wird. Der zweite Theil dieser Vorderdarm-Nerven wird gebildet aus einem Paar (pn) von aus der Hinterfläche des Gehirns entspringender und seitwärts am Speiserohr verlaufender Stränge, die gleichfalls von Stelle zu Stelle knotig aufgetrieben sind und auch unter sich anastomosiren.

Muß man die eben besprochenen Nervenpartieen als ein peripherisches Nebensystem bezeichnen, so ist das, worauf wir jetzt die Aufmerksamkeit des Lesers lenken wollen, mit Fug und Recht ein centrales zu nennen. Am leichtesten kann man dasselbe bei der grünen Heuschrecke (Fig. 143 e) zur Ansicht bringen. Da sehen wir zunächst, daß, vom ersten Brustknoten an, zwischen den beiden Längscommissuren der Ganglinkette ein medianer und auffallend blasser Faden herabläuft, jedoch nicht der ganzen Kette entlang, was ja schon dem streng segmentirten Gesammtbaue widerspräche, sondern so, daß er immer wieder zwischen je zwei Ganglien wurzelt (i), sich dann aber jedesmal auf der Höhe der Ganglien in zwei quere Aeste (h) theilt, die, nachdem sie früher ein längliches Ganglion gebildet, sich mit den Spinalnerven verbinden und in deren Bahn bis zur Peripherie fortlaufen, wo sie insbesondere die Muskeln der Respirationswerkzeuge, d. i. die durch besondere Lippen verschließbaren Eingänge der Tracheen mit Zweigen versorgen sollen. Da diese Nerven, wie schon angedeutet, durch ihr eigenthümlich blasses und körniges Aussehen, sowie durch ihre Neigung zu Ganglien- und Geflechtbildungen sich scharf von den übrigen abheben, so läßt sich auch leicht constatiren, daß sie, gleich Lianen, welche, bald in lockeren bald in engeren Spiralen, an den Bäumen emporklettern, die eigentlichen und meist dickeren Stammnerven umschlingen.

Während viele Forscher die peripherischen Ausläufer

dieses, wie wir sahen, genau nach dem Muster der Hauptganglienkette gegliederten Binnensystemes ausschließlich für den exakten rhythmischen Gang der Respirationsbewegungen verantwortlich machen, will es uns scheinen, als ob schon die bedeutende Entfaltung dieses Apparates auf eine allgemeinere Bedeutung hinwiese, und machen es nach unserem Bedünken die vielfachen gangliösen Einschaltungen sehr wahrscheinlich, daß wir in ihm den Hauptheerd der reflektorischen Vorgänge zu suchen haben, in welchem Falle dann also die beliebte Vergleichung mit dem, vorwiegend nur die vegetativen Verrichtungen regulirenden Sympathikus der Wirbelthiere keine ganz treffende wäre. —

Aber werfen wir nun mit Hilfe des Mikroskopes auch einen Blick auf die elementare Zusammensetzung der verschiedenen Abschnitte des Nervensystems, das wir bisher erst in seinen gröbsten Umrissen haben kennen lernen. Dasselbe schließt uns auch hier eine neue Welt auf, von dem das unbewaffnete Auge nichts zu ahnen vermag. Um vorerst beim eigentlichen Bauchmark zu verweilen, so zeigt es sich, daß dessen knotige Anschwellungen und die dieselben aneinanderkettenden Stränge wesentlich verschiedene Bildungen sind. Naturgemäß studiren wir zuerst den Bau der Ganglien; denn es wird sich herausstellen, daß die Längskommissuren nichts als bündelartige Vereinigungen der in diesen wurzelnden Nervenfasern sind. Jedes Ganglion zeigt sich (Fig. 143) zunächst von einer doppelten Hülle eingeschlossen, die seinen überaus weichen Inhalt zusammenhält. Die innere Hülle ist eine häutige und deutlich chitinisirte Kapsel, welche von einer unterliegenden oft schön gelb, roth oder blau pigmentirten zellartigen Mutterlage abgesondert wird. Die äußere Hülle dagegen wird von dem zellig-blasigen Fettkörper gebildet, der ja allenthalben den äußersten Ueberzug der Organe liefert.

Betrachten wir nun den Inhalt selbst und zwar am

besten an einem ganz leicht herzustellenden Längsschnitte, so haben wir ein Bild vor uns, das uns unwillkürlich an das des querdurchschnittenen Rückenmarkes erinnert.

Trotzdem ist hier und dort der elementare Aufbau ein ganz anderer, ja geradezu ein entgegengesetzter. Am Rückenmarksdurchschnitt sehen wir einen grauen H förmigen Kern, der von einer weißen Zone oder Rinde umgeben ist. Der graue Kern besteht im wesentlichen aus großen, sternförmigen Ganglienzellen, die mit ihren wurzelartigen und häufig in das feinste spinnenwebenartige Netz sich auflösenden Fortsätzen theils untereinander theils mit den Faserzügen in Verbindung stehen, welche im Kern ein- und austreten. Diese Zellen sind als die eigentlichen Central- oder Knotenpunkte zu betrachten, in welchen alle von außen kommenden Erregungen sich sammeln, und von welchen hinwiederum auch alle die Außentheile beeinflussenden Reize ausgehen. Sie sind gleichsam, um den oft gebrauchten Vergleich des Nervensystemes mit einem Telegraphennetz zu Hilfe zu nehmen, den Tastern der Centralanstalten gleichzusetzen, in denen alle Drähte der Aufgabsstationen zusammenlaufen, und welche, je nach dem Erforderniß des ganzen Mechanismus, theils selbst wieder als Aufgabsstationen fungiren, theils die eingelangten Depeschen an die geeigneten Punkte dirigiren und so die Rolle der bei elektrischen Experimenten so vielfach angewandten Wechsel bekleiden.

Die weiße dicke Rinde des Rückenmarkes hingegen besteht fast ausschließlich nur aus den von einer fettigen Scheide umgebenen und deshalb bei auffallendem Licht talg-weiß erscheinenden Fasern, resp. Faserbündeln, die gleichsam die großen Kabels sind, in welchen die hin- und herlaufenden Depeschen circuliren.

Ganz das umgekehrte Lagerungsverhältniß zeigen die Bauchmarksganglien. Hier nehmen die erregenden Zellen die Peripherie ein (Fig. 143 b), während die leitenden und verknüpfenden Faserelemete den Kern (c) zusammensetzen.

Indeß weichen beiderlei Elementargebilde sehr erheblich von jenen des Rückenmarks ab. Die Zellen, fürs erste, sind, wie es scheint, niemals oder doch viel seltener sternförmig, sondern haben, wenn sie nicht ganz kugelig sind, eine mehr birn- oder keulenartige Gestalt (Fig. 143 n), d. h. sie verschmälern sich in der Richtung ihres einzigen und stets nach innen gewendeten Ausläufers. Fürs zweite sind die aus ihnen hervorgehenden Fasern, gleich den Fasern der Wirbellosen überhaupt, niemals von einer nennenswerthen Markscheide umhüllt und daher von blassem Aussehen. — Was wird aber aus den gegen das Centrum gerichteten peripherischen Ausläufern der Ganglienzellen? Sie bilden einen unentwirrbaren Knäuel von feinsten Fibrillen, die oft den Eindruck linear angeordneter Punkte hervorrufen, im übrigen aber bald zu einer netzartig gestrickten, bald zu einer blätterig-schaligen Markmasse sich vereinigen. Dieser gordische Knoten wird aber bei den Kerfen noch von einem zweiten durchflochten, nämlich von einem in eine Unzahl feiner und feinster Reiser sich auflösenden Luftröhrenast, dessen Gesammteindruck Leydig mit dem Bild eines entlaubten Weidenbaumes vergleicht. (Fig. 143 s).

Ja, wo liegt denn aber dann die oben erwähnte Aehnlichkeit in der histologischen Architektonik von Bauch- und Rückenmark? Sie ist vornehmlich durch die zwei Querbalken (d) bedingt, welche die, beidemale in zwei Hälften zerschnittenen Markkörper zu einem einheitlichen Ganzen verknüpfen, und die sowohl hier wie dort lediglich aus Fasern bestehen, welche die dies- und jenseitige Hälfte miteinander auswechseln.

Es ist gewiß von vorneherein sehr wahrscheinlich, daß die zu verschiedenen Leistungen adaptirten Elementartheile der Nervensubstanz mit der Zeit auch eine verschiedene Beschaffenheit bekamen. Dem Scharfblicke Leydig's ist es nun auch ge-

lungen, nicht bloß eine kleinere und größere Gattung von Ganglienzellen zu entdecken, sondern auch mindestens dreierlei Fasern nachzuweisen, die sich hauptsächlich durch die Differencirung ihres Inhalts — wir dürfen vielleicht sagen z. Th. durch die Anordnung ihrer Moleküle — unterscheiden.

Von naheliegender Wichtigkeit für die Erforschung des funktionellen Zusammenspiels der einzelnen Abschnitte des Nervensystems ist selbstverständlich die Kenntniß seiner Leitungsbahnen.

Solcher lassen sich nach ihrem Hauptverlaufe wenigstens vier Gruppen unterscheiden. Erstens Fasern, die am selben Ganglion, wo sie aus den Zellen entspringen, auch die Stammleitung verlassen und sich an die Peripherie begeben. Ihre Zahl und Stärke bedingt offenbar den Grad der Autonomie des betreffenden Centralabschnittes.

Zweitens sind die Faserzüge zu nennen, welche nach ihrem Ursprung in einem Ganglion zwar sich nicht mehr mit den Zellen benachbarter Ganglien in Verbindung einlassen, aber doch nicht direkt zur Peripherie hintreten, sondern verschiedene Strecken weit die allgemeine Centralleitung benutzen und dann erst, in einem höher oder tiefer gelegenen Ganglion, einen Seitenweg einschlagen. Für zehn Ganglien würden also mindestens hundert Paare solcher halb centraler, halb peripherischer Faserzüge herauskommen. Diese Nerven sind es, welche die einzelnen Ganglien in direkten Verkehr mit fremden Gangliengebieten setzen. Drittens sind dann Fasern zu erkennen, die ausschließlich central verlaufen, die also nur zur gegenseitigen Verbindung der Ganglien bestimmt sind, jedoch so, daß sie theils nähere, theils weiter entfernte Ganglien in Zusammenhang bringen. Man kann sich übrigens leicht überzeugen, daß viele Fasern der Centralleitung mit den Ganglien, welche sie auf ihrem Wege passiren, keine nähere Verbindung unterhalten, sondern mitten durch sie hindurchtreten, sie gleichsam durchbohren. Von

letzteren sind also für 10 Ganglien ebenfalls mindestens 100 Paare nothwendig. Die vierte Gattung bilden dann endlich jene, welche die beiden Hälften der Ganglien untereinander verknüpfen.

Nach diesem Sachverhalt, der aber in Wirklichkeit gewiß noch viel komplicirter ist, können also die einzelnen Ganglien jedes für sich und zwar sowohl in ihrer eigenen als auch in einer fremden Machtsphäre, und zwar auch ohne Miterregung der übrigen, sich als wirksam erweisen, oder sie können alle insgesammt oder nach beliebigen Kombinationen zu einem einheitlichen Reizsysteme sich vereinigen.

Ja, sind denn aber die einzelnen Bauchganglien auch wirklich selbstständige Lebensheerde, d. h. können sie im isolirten Zustande oder außerhalb der Gemeinschaft mit den übrigen Theilen des Systemes eine erfolgreiche Thätigkeit entfalten?

Hierüber existiren der Beweise zu viele, als daß man es bezweifeln könnte. Daß Insekten, nachdem man ihnen den Kopf abgeschnitten, oft noch tagelang nicht bloß überhaupt Lebenszeichen von sich geben, sondern selbst noch sehr schwierige Operationen ausführen, ist eine häufig beobachtete Thatsache. Aber selbst einzelne, mehr untergeordnete Körpersegmente, die ein separates Ganglion besitzen, zeigen sich eine Zeit lang noch lebensfähig, und dauern insbesondere die rythmischen Athembewegungen noch lange Zeit fort. Am auffallendsten erscheint diese Automatie, nach Faivre's schönen Experimenten, am letzten Hinterleibsknoten, der vornehmlich die Geschlechtsorgane mit Nerven versorgt. Reizt man diesen Knoten, so wird der Eileiter, resp. das männliche Glied mit Gewalt hervorgestoßen, und findet aus letzterem gelegentlich auch eine Samenausspritzung statt. Dagegen bleibt eine Reizung der vorhergehenden Ganglien ohne sichtbaren Eindruck auf dasselbe, sowie die obige Wirkung auch dann nicht ausbleibt, wenn das Gan-

glion durch Zerstörung der Längskommissuren vom übrigen System ganz abgeschnitten ist. Wichtig ist ferner die durch Yersin's und Baudelot's Versuche konstatirte Thatsache, daß der Sitz der Sensibilität und der motorischen Kraft an den Ganglien getrennt ist, so daß durch theilweise Abtragung ihrer Zellen eine Paralyse beider isolirt hervorgerufen werden kann, und zwar verhält es sich so, daß bei Abtragung der oberen Hälfte die Bewegungs- und bei jener der unteren die Empfindungsfähigkeit aufgehoben wird. Desgleichen sind die beiden seitlichen Hälften in vieler Beziehung von einander unabhängig. Verletzt man z. B. die rechte Seite des Mundganglions, so wird bloß die Bewegung der betreffenden Kiefer gelähmt, während die anderen nur in ein konvulsivisches Zittern gerathen, was Niemand Wunder nehmen wird, der überlegt, wie innig alle Theile verkettet sind. Demnach können wir sagen, daß jedes Ganglion eigentlich aus vier selbständigen Reizkörpern zusammengesetzt ist, nämlich aus einem rechts- und linksseitigen Sensorium und aus einem gleichfalls doppelten Motorium.

Wir haben oben die beiden Schlundnerven sammt ihren Gangliengeflechten für ein selbständiges Nebensystem erklärt. Durch die einschlägigen Experimente wird dies noch mehr bekräftigt. Es zeigt sich nämlich, daß eine Zerstörung des Gehirns, aus dem sie hervorgehen, die Schlingbewegungen nicht im geringsten alterirt, und andererseits auch eine Reizung der Schlundnerven keinerlei Schmerzensäußerungen hervorruft, so daß also vom Gehirn weder motorische noch sensible Fasern in die Schlundnerven überzugehen scheinen.

Diese haben vielmehr ihr autonomes Centrum im Stirnganglion, bei dessen Verletzung die Schluckbewegungen sofort sistirt werden. Anders verhält es sich dagegen mit den aus den hinteren Ganglien entspringenden Darmnerven, die, wenig-

stens bei stärkerer Reizung, heftige Zusammenziehungen der Eingeweide verursachen.

Wenn nun auch, wie wir eben vernommen, die einzelnen Leibesabschnitte der Kerfe vermöge der in ihnen liegenden Ganglien bis zu einem gewissen Grade sich selbst zu regieren im Stande sind, so muß doch ohne Zweifel nebstbei noch ein mit ganz specifischen Energieen ausgerüstetes allgemeines Centralorgan vorhanden sein, in welchem einerseits die für die Erhaltung des Ganzen wichtigen äußeren und inneren Zustände zur Mittheilung kommen, und von welchem andererseits auch jene Impulse ausgehen, welche die für das allgemeine Wohl erforderlichen Handlungen veranlassen.

Es entsteht nun aber zunächst die Frage, inwieweit die Kerfe für das letztere zu sorgen im Stande sind. Da muß vorerst konstatirt werden, daß an den Handlungen der meisten Kerfe ein fester, ja unbeugsamer und auf ein ganz bestimmtes Ziel gerichteter Wille sich kundgibt. Ein Käfer z. B., welcher auffliegen will, sagt Reclam, und zu diesem Zwecke ebenso wie der Vogel eines erhöhten Standpunktes bedarf, sucht denselben mit einer Hartnäckigkeit zu gewinnen, an welcher man eine bewußte Absicht nicht mißkennen kann. Fast eine Stunde lang kann man ein solches Thier immer wieder am Emporkriechen stören und zurückwerfen; immer wiederholt es seine Bestrebungen, unermüdlich, starrköpfig, bis es endlich, matt geworden, eine Zeit lang ruhig sitzt, um sich zu erholen und dann denselben Weg von neuem beginnt, um schließlich, wenn man ihm seinen Willen läßt, auf dem erhöhten Punkt angelangt, — fortzufliegen.

An diese Thatsache knüpft sich aber wieder die zweite Frage, ob der feste Wille, der sich da äußert, der eigene und freie Wille des Thieres ist, oder ob, um mit Hartmann auch einmal philosophisch zu reden, das unverkennbar zweckmäßige Wollen desselben nur das Mittel zu einem unbewußt

gewollten Zwecke ist, der ihm also von einer fremden Autorität vorgesetzt sein müßte.

Indeß dürfte schon das folgende Beispiel ausreichen, um zu beweisen, daß die Insekten ihre eigenen Herrn sind und in der Sorge für ihr leibliches Wohl nicht eines mystischen Suffleurs bedürfen.

Es ist bekannt, daß die Ameisen häufig die Blattläuse auf den Gesträuchen besuchen, um ihre Lieblingsspeise, die süßen Absonderungen derselben, die aus besonderen Röhrchen ihres Hinterleibes hervortröpfeln, zu erlangen.

Leukart, der berühmte Biologe, beschmierte nun einmal, um die Ameisen von den Blattläusen zurückzuhalten, den Stamm einer Staude ringförmig mit Tabakjauche, deren Geruch nicht bloß uns sondern auch den Kerfen sehr zuwider ist. Was geschah? Die Ameisen, welche nach vollendeter Mahlzeit die Pflanze verlassen wollten, kehrten, als sie den Weg versperrt fanden, zurück auf die Blätter und ließen sich von dort herunterfallen. Jene aber, welche in der Hoffnung des leckern Schmauses noch am Stamme aufwärts eilten, blieben vor dem fatalen Rubikon keineswegs, wie die Ochsen am Berge stehen, sondern machten sofort Kehrt, trugen kleine Erdkrumen herbei und bauten damit eine Brücke, über welche sie dann gemächlich hinaufspazirten.

Wie aber, fragen wir nun, konnten die Ameisen ohne bewußte Erkenntniß der ganzen Sachlage und ohne eigene Ueberlegung solche Handlungen verrichten, die selbst manchem ungeschickten Menschen nicht einfielen?

Solchen und ähnlichen Thatsachen gegenüber, von denen wir im zweiten, die vergleichende Biologie behandelnden Bande mehrere mittheilen werden, kann also wohl kein vernünftiger Mensch länger daran zweifeln, daß die Kerfe auch gewisse und z. Th. sehr hohe geistige Fähigkeiten besitzen. Das Organ aber für diese rein psychischen Funktionen sowohl, als auch für die

wichtigsten Sinneswahrnehmungen und für die Willensäußerungen kann aber offenbar kein anderes sein als das obere Kopfganglion. Dies beweist nämlich einerseits die Gegenwart der wichtigsten Orientirungswerkzeuge, dies lehrt uns aber auch ein einfaches Experiment. Heben wir nämlich, am bequemsten ist dies bei einem größeren Insekt zu machen, dessen Kopfschale und die oberflächlichen Muskeln ab und nehmen dann das auf diese Weise blos gelegte Gehirn heraus, so ist damit zwar keineswegs der Lebensfaden des Thieres zerschnitten, sondern es fährt fort zu kauen, zu laufen, zu fliegen, zu athmen, ja viele enthirnte Kerfe legen sogar Eier und begatten sich — der Gesammteindruck von allen diesen durch die intakt gebliebenen Rumpfganglien ermöglichten Verrichtungen ist aber doch kein anderer, als der, den uns etwa ein Mensch macht, welcher toll geworden ist und der nun, unbekümmert um seine Umgebung, neben manchen anscheinend normalen Verrichtungen auch eine Reihe von völlig zwecklosen, ja oft dem Organismus sogar sehr schädlichen Handlungen vollführt.

Wenn aber bei dieser Sachlage das obere Kopfganglienpaar der Insekten wirklich den Rang eines Gehirnes verdient, so dürfen wir wohl auch voraussetzen, daß eine solche Komplicirtheit seiner Funktionen nur bei einer entsprechenden Komplikation seines Baues möglich sei, die auf alle Fälle bedeutender sein muß, wie an den übrigen untergeordneten Centraltheilen. Indeß dürfen wir zunächst nicht darauf vergessen, daß sowohl die seelischen Funktionen als auch die lediglich auf die Erhaltung des Lebens abzielenden Verrichtungen des Gehirns gerade im millionenköpfigen Reich der Insekten außerordentlich viele Grade der Entwicklung haben, und daß vielleicht in keiner andern Thierabtheilung in dieser Hinsicht so gewaltige Extreme bestehen.

Oder gibt es etwa bei den Säugethieren z. B. einen so großen Abstand in den Gehirnleistungen wie zwischen jenen

einer blinden Fliegenmade, die in der Jauche eines faulenden Organismus sich wälzt, und jenen der mit allen Werkzeugen der Arbeit wohl ausgerüsteten Biene, die in selbstgebauten und auf das zweckmäßigste angelegten Städten wohnt und, gleich dem civilisirten Menschen, wohlgeordnete, auf dem Principe weitgehender Arbeitstheilung basirte Gesellschaften bildet?

Nach den bei den höheren Thieren obwaltenden Verhältnissen zu schließen, wo eine höhere Geistesbegabung auch an die Gegenwart eines höher entfalteten Gehirns gebunden ist, müssen wir also auch bei den Insekten schon a priori d. h. auf Grund ihrer Lebenserscheinungen annehmen, daß ihre Gehirne, wenn auch alle nach dem allgemeinen den Gliederthieren eigenthümlichem Typus gebaut sind, doch im einzelnen sehr bedeutende Differenzen aufweisen.

Und so ist es auch. Indeß müssen wir uns darauf beschränken, den Leser mit zweierlei Hirnen bekannt zu machen, und zwar mit einem sogenannten Durchschnittshirn, wie es der Mehrzahl dieser Thiere zukommt und dann mit einem hoch differencirten, wie es z. B. die Biene zu eigen hat.

Fig. 144.
Querdurchschnittener Kopf einer Blattwespenraupe. Sch Schlundrohr. oG oberes, uG unteres Schlundganglion.

Im Gegensatz zu den Larvengehirnen, die bisweilen fast genau dieselbe Struktur wie die Rumpfganglien zeigen, ergibt sich für die Hirne der meisten vollkommenen Insekten schon darin ein sehr augenfälliger Unterschied, daß die theils molekuläre theils grob- oder feinfasrige Centralmasse, welche an den Rumpfganglien bei durchfallendem Lichte dunkel erscheint, hier sogar heller als die zellige Rinde sich darstellt, was wohl damit im Zusammenhange steht, daß die reichlich

eingelagerten Körnchen der erstieren hier deutlichen, wenn auch verhältnißmäßig sehr winzigen Ganglienzellen Platz gemacht haben, die nach unseren eigenen Untersuchungen z. Th. wo-

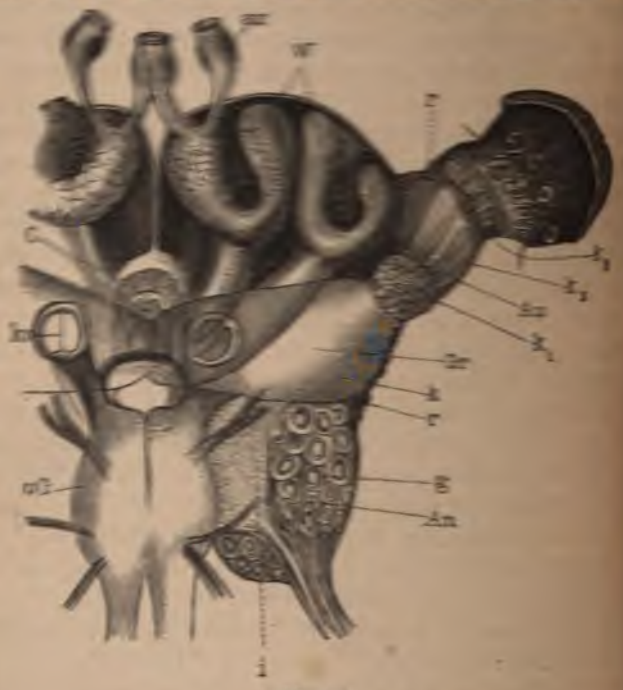


Fig. 145.

Die rechte Hälfte eines Ameisengehirns nach Leydig.
uG unteres Schlundganglion. Gr Grundstock des Gehirns. C centrale Verbindungstheile. W halbringf. Körper der dem Grundstock anlagernden kleinzelligen Gehirnportion, aus denen die Nerven für die einfachen Augen (an) entspringen. Am Sehlappen. An Fühlerlappen (die scheinbaren Zellen sind kugelig geballte Massen fibrillärneylförmiger Markfubstanz). r zellige Gehirnrinde.

mittelst unsäglich feiner Fortsätze mit einander und mit den zwischengelagerten Faserparthien verflochten sind.

Im Centrum der beiden stets scharf geschiedenen Hirn-

hemisphären erkannte Leydig zunächst einen großen, zweitheiligen Körper (Fig. 145 ko), der sich als die Einmündungsstelle der Längskommissuren zu erkennen gibt, durch welche das Hirn mit dem Mundganglion (uG) zusammenhängt.

Rings um den hellen Hof dieses isolirbaren Körpers oder Zapfens ordnen sich dann gewisse Faserzüge der beiderseitigen vieltheiligen Hirnkerne in schalig-koncentrischer Weise, während andere in die oft sehr umfangreichen Wurzeln der Seh- und Fühlernerven eintreten, sowie auch die gegenseitige Verbindung der beiden Hirnhemisphären vermitteln. Auch an der zelligen Rinde bemerken wir, so z. B. nach Leydig ausgezeichnet schön beim Schwimmkäfer, größere theils auf die Form theils auf die Gruppirung der Ganglienzellen bezügliche Differencirungen, wie wir sie an den Bauchganglien zu sehen gewohnt sind. So haben gewisse dieser von dichten Tracheenbüscheln umstrickten oder auch durch mehr weniger tiefgehende Falten der Hirnwand fachartig von einander abgegränzte Ganglienpackete große gelbliche Zellen, andere wieder kleine und hellere Elementartheile, und nehmen diese verschiedenen Gruppen immer auch bestimmte Hirngegenden ein.

Und welche speciellen Besonderheiten zeigen sich nun am Bienenhirn? Der Leser werfe zunächst, um einen Maßstab zur Vergleichung zu gewinnen, einen Blick auf Fig. 146 C und Fig. 144 OG, das ein sogenanntes Durchschnittsgehirn einer Blattwespe darstellt. Daneben links (B) findet er dann das Bienenhirn. Der Unterschied ist so auffallend, daß er auch den älteren Entomotomen, wie z. B. Swammerdamm und Treviranus, nicht entgehen konnte.

Es ist nämlich zu jedem primären Hirnlappen (vergl. Fig. 145 Gr) ein wo nicht ganz, so doch in dieser ausgeprägten Form sozusagen neuer Abschnitt hinzugekommen und zwar an der hinteren Seite, dort, wo die Stiele der Nebenaugen (au) entspringen. Genauer wurde indeß dieser Gehirnzubau erst

Fig. 146.

Verschiedene Kerbhirne, gez. mit d. Hellkammer. Gr Gehirngrundstock (primär Hirnlappen nach Leydig). h hufeisen- oder „pilzhut"-förmiger Körper des Zwischenh. und zwar äußerer, h₁ innerer. Au Augenlappen. f Fühlerlappen. au Stirnaugen. o centrale Kommissuren (schematisch!), m Mundganglion. A franz. Wespe $^{10}/_{1}$, B Honigbiene $^{15}/_{1}$, C von der Blattwespe (Cimbex) $^{10}/_{1}$, D Schlupfwespe $^{20}/_{1}$, E Wegwespe (Pompilius) $^{20}/_{1}$, F Ameise $^{20}/_{1}$.

von Dujardin und in Bezug auf den feineren Bau insbesondere von Leydig erforscht. Die ganze Bildung muß mit Rücksicht auf die von uns entdeckten homologen Bildungen bei den Laubheuschrecken als eine aus dem Innern des Hirngrundstockes hervorgegangene Wucherung angesehen werden, die dann mit der allmäligen Entwicklung der höheren geistigen Thätigkeiten dieser Geschöpfe den Windungen des Großhirns der Wirbelthiere analoge Faltungen bekam. Bei mehr oberflächlicher Ansicht erscheinen sie (Fig. 146 F) als zwei in der Mittellinie des Hirns sich zu einem U förmigen Bogen bisweilen selbst zu einer Art Chiasma sich vereinigende gabelartige Körper, deren zwei Zinken ein halbmond- oder hufeisenförmiges Gebilde, gleichsam eine zweite Gabel, tragen.

Diese Hirnzuthaten sind aber keineswegs auf die gesel-

ligen Hymenopteren allein beschränkt, sondern finden sich und oft in noch größerer Komplikation auch bei andern Aderflüglern, die bei der Unterbringung und Versorgung ihrer Nachkommen auffallend klug zu Werke gehen, so also namentlich bei den Schlupfwespen (Fig. 146 E), bei den Wegwespen und bei den gleichfalls einsiedlerisch lebenden Erdbienen.

Wie an den von uns präparirten und in Fig. 146 ganz naturgetreu abgebildeten Gehirnen zu sehen, haben diese Scheitelfalten bei jedem Insekte eine etwas andere Form; wir befinden uns aber selbstverständlich ganz im ungewissen darüber, inwieweit die specifische Gestalt der „gestielten Körper" mit den besonderen psychischen Verrichtungen ihrer Besitzer zusammenhängen; genug, daß durch unsere Studien hiefür auch ein greifbarer Halt gegeben.

Daß übrigens der Grad der Geisteskapacität z. Th. weniger von der Form als von der Masse gewisser Hirnelemente abhängt, wissen wir ja schon von den Wirbelthieren, und hat dies nach Dujardin's Messungen auch auf die Insekten Anwendung.

Wie nämlich aus nachstehender Tabelle hervorgeht, hat die Ameise, welche ohne Zweifel unter allen Insekten die höchste Stufe geistiger Entwicklung erklommen, auch das relativ massigste Beihirn.

Name des Thieres	Körpervolum in Kubikmillim. = K	Gehirnvolum = G	Volum d. gestielten Körper = st	$\frac{G}{K}$	$\frac{st}{K}$
				(ungefähr!)	
Dytiscus	1767	0.42	—	$\frac{1}{4000}$	—
Maikäfer	1376	0.39	—	$\frac{1}{3000}$	—
Ichneumon	48	0.12	0.06	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{800}$
Biene	108	0.62	0.11	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{1000}$
Ameise	17	0.06	0.03	$\frac{1}{280}$	$\frac{1}{600}$

Eine Frage, an welche bisher Niemand gedacht, ist die, ob denn auch die Männchen der betreffenden Kerfe, die sich bekanntlich um das Loos ihrer Nachkommen ganz und gar nicht kümmern und die auch sonst keinerlei Zeichen einer besondern Intelligenz verrathen, dieselben hochentwickelten Denkinstrumente wie ihre Gemalinen besitzen. Sie haben sie in der That, wie denn gerade unsere Zeichnung des Ameisenhirns von einem Manne herrührt, und es ist dies ein elatanter Beweis, daß von einem Geschlechte erworbene Auszeichnungen durch Vererbung auch auf das andere übertragen werden. —

Sollte aber der Leser mit dem über das Kerfgehirn Vorgetragenen nicht zufrieden sein, so ist das nur die Schuld der Entomologen, welche unstreitig das allerinteressanteste Gebiet der Insektenanatomie bisher fast unbeachtet ließen.*)

---

*) Eben kommt uns der 27. Bd. d. Zeitschrift f. wiss. Zoologie zu mit einer sehr dankenswerthen Arbeit von M. J. Dietl über die „Organisation des Arthropodengehirns", gegründet auf die Untersuchung des Centralorgans der Biene, Wespe, Feldgrille und des Flußkrebses. Die darin ausgesprochene Behauptung, daß vor ihm Niemand die Gehirne an systematischen Schnitten studirt hätte, wird freilich einerseits durch unsere vorliegende Bearbeitung und andererseits durch die dem Verf. unbekannt gebliebene, schon ältere Schrift von Owsjanikow (ann. d. sc. nat. IV, 15) widerlegt, welche uns über das, worauf es hier zumeist ankommt, nämlich über den histologischen Verband der einzelnen Gehirntheile und deren Elementarorgane sogar weit bessere Auskunft gibt. Mein nächstens erscheinendes Werk über die feinere Anatomie der Spinnen und Scorpione wird auch beweisen, daß das Gehirn dieser Thiere mehr mit dem der Krebse als der Insecten übereinstimmt.

VIII. Kapitel.

Orientirungsapparat.

Je genauer wir dem Leben der Insekten nachforschen, desto mehr überzeugen wir uns, daß diese, von der großen Menge mit äußerster Geringschätzung betrachteten Wesen über die Natur ihrer jeweiligen Umgebung meist viel besser aufgeklärt sind und in Folge dessen auch vielseitigere und intimere Beziehungen damit unterhalten, als man dies selbst bei vielen höheren Thieren beobachtet. Oder wo fänden wir eine detaillirtere und minutiösere Kenntniß aller für ihr Dasein belangreichen Umstände und Verhältnisse als z. B. bei den Bienen und Ameisen? Wie bewunderungswürdig genau sind diese Kerfe über den Bauzustand ihrer Wohnung, über das Bedürfniß an Nahrungsmaterial für die große Gesammtheit sowohl, wie für jedes einzelne Mitglied, ferner über die Anforderungen der Brutpflege und des Hofdienstes, weiters über die verschiedenartigen meteorologischen Verhältnisse, über die herrschende Temperatur, die Feuchtigkeit, die Luftströmungen sowie über zahlreiche andere Umstände unterrichtet, die für ihre Existenz Bedeutung haben. — Und läßt sich aus dieser Thatsache ein anderer Schluß ziehen, als der, daß die Kerfe mit einem sehr ausgebreiteten und z. Th. auch mit einem überaus feinen und intensiven Wahrnehmungsvermögen ausgestattet sind?

Schwieriger gestaltet sich die Sache, wenn wir diesen Orientirungsapparat der Kerfe im Einzelnen verfolgen und zergliedern und in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit prüfen wollen. Allerdings fehlt es bei sorgfältiger Nachforschung nicht an Organen, die wir ihrer ganzen Natur wegen für Sinneswerkzeuge halten müssen; es entsteht aber die Frage, einmal, welchem der bekannten fünf Sinne sie dienstbar sind,

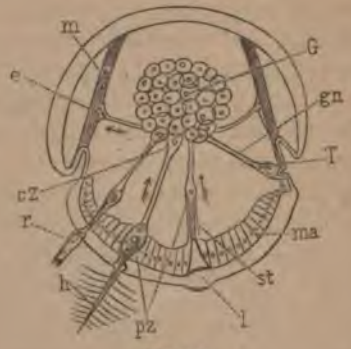


Fig. 147.
Schematische Zusammenstellung der wichtigsten Formen von Nervenendigungen der Chitinhäuter. G Centralorgan. m Muskel. e Ende eines motorischen Nervs. T Trommelfell, gn Gehörnerv. l Augenlinse (st Sehstab). h Tasthaar, r Riechbecher (?). pz peripherische oder terminale Ganglienzellen.

und dann, in welcher Weise sie das sind, d. h. welcher specielleren Art und Qualität die Wahrnehmungen sind, welche sie hervorbringen. Da aber in der Regel mit dem unmittelbaren Experiment nichts auszurichten und zudem auch ihre Form und Beschaffenheit von jener der physiologisch genauer ergründeten analogen Werkzeuge der höheren Thiere sehr wesentlich abweicht, ja in vielen Fällen als eine ganz aparte sich herausstellt, so ist begreiflicherweise gerade auf diesem Gebiete der Vermuthung der weiteste Spielraum gegönnt. —

Sehorgane.

Mit Recht gilt das Sehen, d. i. die innere Abspiegelung und die Wahrnehmung der äußeren Gestaltenwelt, als eine der merkwürdigsten und komplicirtesten Leistungen des thierischen Organismus. Um so interessanter muß es aber sein, nachzuforschen, wie denn ein so ganz besonderer Mechanismus, wie der Sehapparat, aus dem jeweilig vorhandenen Gewebs- und Organmateriale des thierischen Körpers zusammengestellt wird, und wie und bis zu welchem Grade durch die Verschiedenartigkeit desselben sein Bau und damit auch seine Funktion alterirt wird.

Speciell aber die Augen der Insekten, namentlich, wenn wir sie in ihrem genetischen Zusammenhang mit jenen der andern Gliederthiere in Betracht ziehen, gewähren ein ganz besonderes Interesse. Ganz abgesehen davon, daß das ganze Princip, nach welchem sie aufgebaut sind, dem allen Lesern wohlbekannten Schema des Wirbelthierauges schnurstracks zuwiderläuft und nebenbei doch wieder viel Analoges hat, ist uns hier auch die schönste Gelegenheit geboten, ein so unendlich komplicirtes, zusammengesetztes und verwickeltes Organ in seinem allmäligen Werden, in seiner Entwicklung aus ganz primitiven Anlagen heraus zu verfolgen.

Bevor wir auf die Schilderung der einzelnen Modifikationen und Correctionen der Gliederthieraugen übergehen, müssen wir noch einen anderen auf ihre erste Entstehung bezüglichen Umstand zur Sprache bringen.

Es gibt bekanntlich viel niedere und zwar auch gegliederte Thiere, die, obgleich sie keine besonderen Sehorgane haben, doch eine große Empfindlichkeit gegen den Wechsel von

[illegible] und Tonfall an den Tag legen, so die Augen, wie es [illegible] M. T. Bonnet in den [illegible] Werken zu [illegible] Augen (Lucifer [illegible], Bonnetiden u. s. w.) gezeigt, die Stärke und die Richtung der verschiedenen Lichtstrahlen unterscheiden. Daß es keine Art von Sinneswahrnehmung an der gesammten Körperoberfläche besitzen kann, ohne daß hier besonders ausgebildete Nervenendigungen der Sinne vorhanden wären, ist einfach wie einleuchtend, daß es hier die gewöhnlichen und allgemeinen sensiblen Hautnerven sind, welche neben den Tast-, Wärme- und anderen Empfindungen auch jene der specifischen vermitteln. Daß auch Geruch und Hören einen Schritt weiter zu gehen und zu behaupten, daß die verschiedenen specifischen Sinnesempfindungen der höher organisirten Thiere eben aus diesen indifferenten, aus diesen noch unbestimmten und unausgesprochenen Nervenendigungen hervorgingen? So gut wie wir aus den noch unausgesprochen Articulationsgliedmaßen unter dem Einfluß der verschiedenartigen Lebensverhältnisse erscheinend die heterogensten Sachen wie Füße, Kiefer, Klemmen, Flügel, Kiefer, ja selbst Penisse sich entwickeln sehen, ebensogut können, ja müssen wohl auch die den so verschiedenartigen äußern Reizen exponirten Nervenendigungen nach und nach aus ihrer Indifferenz, aus ihrer Unentschiedenheit heraustreten und einer bestimmten Art von Empfindungsvermittlung besonders angepaßt werden, ohne daß übrigens die ursprünglich vorhandene Fähigkeit zur Perception anderweitiger Reize dabei gänzlich verloren zu gehen braucht.

Für die Gliederthieraugen scheint indeß eine derartige Ableitung von indifferenten Hautnervenendigungen nur theilweise zulässig, und zwar sind es gerade die primitivsten Zustände, welche keinerlei direkte Beziehung zum Integument erkennen lassen, und die wir deshalb den äußeren oder

integumentalen Sehorganen gegenüber als interne Augen bezeichnen möchten.

Unter letzteren verstehen wir zunächst die sogenannten Augenpunkte oder Pigmentflecken.

Unmittelbar am Kopfganglion, bisweilen aber auch an anderen Bauchmarksknoten, oder an einem daraus entspringenden Nerv zeigt sich eine meist scharf umschriebene Anhäufung dunkeln Pigmentes. Was ein solcher Kleks eigentlich leistet, ist schwer zu sagen. Von einem wirklichen Sehen, d. h. von einer Gestaltenwahrnehmung kann beim Mangel lichtbrechender oder bilderzeugender Körper selbstverständlich nicht gesprochen werden.

Wenn wir aber annehmen, daß manche der betreffenden Nervenenden — oder, wenn der dunkle Fleck direkt auf dem Centralorgane sitzt, manche seiner Nervenzellen von der Pigmentüberlagerung verschont und also dem einfallenden Lichte zugänglich bleiben, so mag auf Grund der sogenannten Kontrasterscheinungen denselben ein höherer Grad von Lichtempfindlichkeit zukommen, als wenn sie ganz frei dalägen.

Derartige nur für die Vergleichung verschiedener Lichtintensitäten eingerichtete Primitivaugen sind unter den Gliederthieren zunächst gewissen niederen Krebsformen, sowie einigen Jugendstadien anderer Kruster und mancher Insekten eigen. Nebstdem findet man sie aber auch bei verschiedenen Würmern, und der Umstand, daß sie hier nicht auf den Kopf allein beschränkt bleiben, sondern bisweilen von Ring zu Ring sich wiederholen, deutet wohl am besten auf die Zufälligkeit ihrer Entstehung hin. —

Dem einfachsten wirklichen Sehorgan begegnen wir bei manchen spaltfüßigen Krebsen und den famosen meist den Spinnen zugetheilten Bärthierchen. Hier ist nämlich (Fig. 148) in der Pigmentanhäufung des Sehnervenendes ein glasheller, sphärischer Körper eingelagert, der offenbar keine andere Funk-

[illegible] kann als die, die auf ihn fallenden Strahlen zu sammeln und dadurch ein umgekehrtes verkleinertes Bild der äußeren Objekte zu entwerfen, von dem wir dann annehmen, daß es durch den Nervenendigungsapparat oder die Retina zur Wahrnehmung gebracht wird. Da aber diese Linse einen [illegible] kleinen Durchmesser hat, und zudem die lichtaufnehmende Fläche noch durch das umgebende Pigment sehr eingeengt wird, so kann sie offenbar nur ein sehr kleines Gesichtsfeld umfassen. Diesem Uebelstande wird aber, theilweise wenigstens, dadurch abgeholfen, daß dieses innerliche Auge beweglich ist, d. h. daß es durch besondere feine Muskeln hin- und hergedreht werden kann.

Viel mannigfaltiger und für die betreffenden Thiere auch weit bemerkenswerter ist die Einrichtung, wie man sie am schönsten bei den zierlichsten kleinen Wasserflöhen, den Daphniden, sich anschauen kann. Hier ist zunächst der lichtperciplrende Apparat, den man aber hinsichtlich seiner feineren Structur nur ganz beiläufig kennt, beträchtlich vergrößert, und die faser-, oder wie man sie gewöhnlich nennt, die stabförmigen Ausstrahlungen des Sehnervs breiten sich fächerartig zu einer halb- oder fast ganz kugelförmigen Retina aus, die vom reichlich abgelagerten Pigment meist ganz schwarz und undurchsichtig erscheint.

An der Peripherie dieses Netzhautpolsters ist nun eine größere Anzahl, oft ein ganzer Kranz von glashellen Kügelchen oder Linsen zu schauen. Nach dem früher Gesagten ist der Werth eines solchen Linsenapparates leicht zu bemessen. Seine einzelnen neben einander liegenden Bestandtheile theilen sich in die bildliche Darstellung des vorliegenden Sehfeldes, indem jedes von ihnen einen bestimmten Bezirk desselben auf sich nimmt.

Die ganze Einrichtung läuft also auf eine Multiplikation des den einzelnen Linsen zukommenden Sehwinkels, d. i. auf eine räumliche Erweiterung oder Ausdehnung des Sehvermögens

hinaus, ein Verhältniß, das wir später noch genauer zu erörtern haben.

Gegenbaur und andere vergleichende Anatomen bezeichnen diese multiocularen Sehorgane der Daphniden als zusammengesetzte Augen. Handelt es sich aber da wirklich um ein morphologisches Kompositum, um eine Aggregirung und Verschmelzung mehrerer einfacher aber gleichwerthiger Aeuglein zu einem vollkommeneren Organ, kurzgesagt sind die Sehwerkzeuge der Wasserflöhe Augensysteme zu nennen? Wir behaupten das gerade Gegentheil. Nicht der Vereinigung und Zusammensetzung aus mehreren beschränkten oder monocularen Sehvorrichtungen verdanken diese Augen ihre höhere Leistungsfähigkeit, sondern jenem Processe, auf dem fast aller Fortschritt der Organismen beruht: der Arbeitstheilung. Diese ist aber hier sozusagen auf halbem Wege stehen geblieben, indem die Vervielfältigung des lichtbrechenden Systems von keiner Separirung des lichtpercipirenden begleitet wird.

Ganz ähnliche zertheilte Augen hat Leydig, der allerwärts grundlegende Histologe, auch bei gewissen Wasserkäfern, z. B. beim Dyticus (Fig. 149) entdeckt. Hier treten sie aber nicht als paarige Hauptaugen, wie bei den Daphniden auf, sondern als je vier blasenartige Anhänge der Facettaugennerven, und sind in analoger Weise als bloße Rudimente der Larvenaugen zu betrachten, wie der unpaare Augenfleck der Wasserflöhe sich als ein Ueberrest des primitiven Sehorgans ihrer ersten Jugend- und Stammformen erweist (Fig. 5 au.)

Alle diese internen oder unter der Haut verborgenen Sehorgane sind aber offenbar nur dort zu brauchen, wo die letztere hinreichend durchsichtig ist. Ist dies nicht der Fall, dann muß zum Einlaß des Lichtes ein eigenes Organ, gleichsam ein Fenster, d. i. also eine Hornhaut oder Cornea geschaffen werden. Und welches Materiale wäre hiezu

[illegible] und ſpeciell ſein [illegible] an der geeigneten Stelle [illegible] und wir haben [illegible]

[illegible] der Chitinhaut [illegible] mit welcher an [illegible] Verdickungen erzeugt

[illegible]

[illegible]

werden, müßte man ſich faſt wundern, wenn dieſelbe nich zugleich als lichtbrechendes Medium, alſo zu linſenartige Gebilden, verwendet würde, dies umſomehr, als die für d

Erzeugung scharfer und achromatischer Bilder so bedeutungsvolle Schichtung der Wirbelthierlinse hier schon von Natur aus gegeben ist, wobei wir gewiß auch annehmen dürfen, daß die innerlich gelegenen oder genetisch jüngeren und weicheren Chitinlagen einen anderen Brechungsindex besitzen, als die äußeren schon

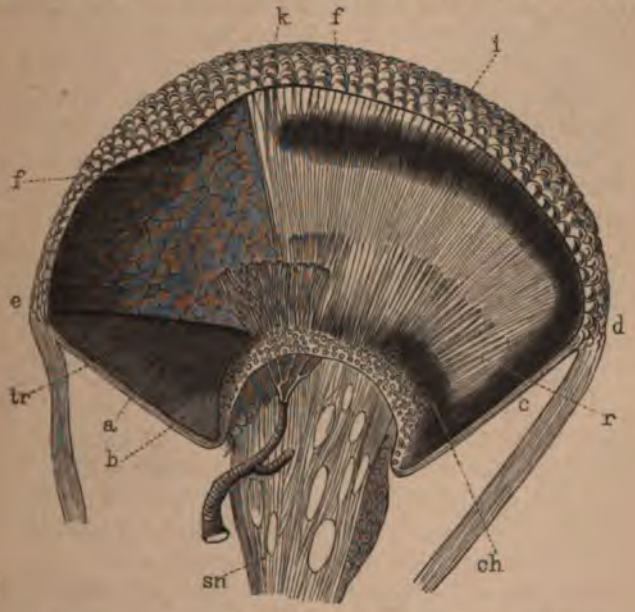


Fig. 155.
Längsdurchschnittenes Facettauge eines Windlingschwärmers nach Leydig. Die feste chitinisirte Augenkapsel oder Sclera außen facettirt, innen siebartig durchbrochen zum Durchtritt der stabf. Sehnervenendigungen. k Schichte der Krystallkegel, i irisartige Pigmentzone, ch Netzhautpigment (Chorioidea), sn Sehnerv, tr in feine Faserbündel aufgelöste Luftröhren.

mehr erhärteten Schichten. Schließlich erübrigt dann zu einer vollkommenen Anpassung der Haut im Dienste der Sehverrichtung nur noch das Eine, daß nämlich auch ihre

zelligen Elemente, welche unmittelbar den inneren Augentheilen, d. i. den percipirenden Sehfasern aufliegen, sowie deren Pigment eine angemessene Verwendung finden. —

Wir werden sogleich sehen, daß die Wirklichkeit diesen Erwartungen vollkommen entspricht.

Aber welche außerordentliche Mannigfaltigkeit tritt uns nun hinsichtlich der näheren Modalitäten entgegen, wie diese Anpassung erfolgt ist, und wie schön läßt sich gerade bei den integumentalen Kerbthieraugen der ganze Cursus ihrer Entwicklung nachweisen. Als das erste Stadium derselben ist das in Fig. 150 abgebildete Auge anzusehen. Merkwürdigerweise kommt es aber heutzutage nur mehr einer einzigen Form und zwar einer auch sonst sehr originellen Krebsgattung, nämlich dem Corycaeus zu. Aeußerlich bemerken wir daran eine bikonvexe, d. i. nach außen und innen uhrglasförmig vorspringende und vollkommen helle Anschwellung der Chitinhaut. Dies ist also die Hornhaut, welche aber zugleich als Linse fungirt und daher auch mit Fug und Recht als Cornealinse (c—l) bezeichnet wird. Wie unsere bessern künstlichen Objektive ist sie aber gleichfalls aus zwei Theilen zusammengelöthet, und zwar aus einer äußeren bikonvexen und aus einer inneren konkavkonvexen Linse. Da nach dem Obigen auch die optische Dichtigkeit beider Linsen etwas verschieden ist, so mag durch eine derartige Kombination die Deutlichkeit der Bilder wesentlich erhöht werden.

An dieses äußere dioptrische System schließt sich aber, nach innen zu, noch ein weiterer lichtbrechender Körper an, der sogenannte Krystallkegel (k). Nach seiner Lage und seiner im frischen Zustand gallertartigen Beschaffenheit zu urtheilen, unterliegt es keinem Zweifel, daß wir darin das Analogon des Glaskörpers im Wirbelthierauge vor uns haben, und ist es in der That interessant wahrzunehmen, wie weit hier die Annäherung schon gediehen ist.

Sehr primitiver Art ist die „Retina" des Corycäusauges: ein stabförmiges Gebilde, das in einem Futterale dunkeln Pigmentes steckt.

Nach diesem ganzen Verhalten kann man dieses Sehorgan als das Elementar- oder Specialauge betrachten, durch dessen Vervielfältigung die verschiedenen zusammengesetzten Sehapparate oder die Augensysteme entstehen.

Solche bieten uns zunächst die Asseln und die meisten Vielfüßler überhaupt. Außen, an den Seiten des Kopfes gewahrt man hier einen größeren dunkeln Fleck, der sich aber unter der Lupe in eine Flur kleiner, uhrglasförmiger Hügelchen (Fig. 151) auflöst. Macht man einen in die Tiefe gehenden Schnitt, so erkennt man, daß jede dieser perlähnlichen und vollkommen durchsichtigen Cuticularwucherungen die Hornhaut eines selbständigen Auges ist. Diese Hornhäute erscheinen aber, im Durchschnitte besehen, nicht wie am Corycäusauge bikonvex, sondern sind inwendig napfförmig ausgehöhlt, also konkav. Dies erklärt sich aber damit, daß sich die innere Partie der betreffenden Chitinanschwellung als ein selbständiges Gebilde loslöste. Man findet indeß unter jeder Cornea nicht bloß, wie man erwarten sollte, eine einzige abgesonderte Chitinlinse, sondern zwei neben einander liegende Körper dieser Art, die wir ihrer Verkalkung wegen als Steinlinsen bezeichnen wollen.

Daß hier zwei selbständige lichtbrechende Körper eine gemeinsame Cornea, d. h. ein einheitliches Organ haben, durch welches die Lichtstrahlen zu ihnen gelangen, ist allerdings ein ganz unerhörter Fall; aber gerade der Umstand, daß eine solche Ausnahme vorkommt, gibt uns den überzeugendsten Beweis, daß die Natur bei ihrem Schaffen an keine vorbedachte Regel und an kein Schema, sondern lediglich an die gegebenen Verhältnisse gebunden ist, welche hier eben diese und keine andere Konstellation erlaubten. —

Die übrigen Bestandtheile der Asselaugen sind der Wesenheit nach jenen von Corycaeus ähnlich. Der gemeinsame Sehnerv spaltet sich radienförmig in eine den einzelnen Hornhäuten, oder richtiger gesagt, den einzelnen Steinlinsen entsprechende Anzahl von zarten Stäbchen, denen ein sehr in die Länge gezogener Krystallkegel vorgelagert ist, an dem man aber, ähnlich wie wir dies bei gewissen höheren Augenformen wahrnehmen werden, ein besonderes kleines Außenglied unterscheiden kann, wodurch diese Gebilde zugleich eine entfernte Aehnlichkeit mit den merkwürdigen „Ohrstiften" der Heuschrecken erhalten. Flüchtig bemerkt sei noch, daß sowohl die Chitinlinsen als auch die Sehstäbe in besondern Pigmentscheiden stecken.

Meist pflegt man die beschriebenen Augen als gehäufte oder aggregirte Sehorgane den eigentlichen Facett- oder zusammengesetzten Augen der höheren Krebse und Insekten gegenüberzustellen. Und doch ist der Unterschied im wesentlichen kein anderer, als daß die einzelnen einfachen Sehorgane oder die Elementaraugen, aus welchen beide bestehen, bei den letzteren, abgesehen von ihrer meist größeren Anzahl, sowohl hinsichtlich ihrer äußerlichen als ihrer innerlichen Theile näher aneinandergerückt sind und in dieser engen Verbrüderung morphologisch den Eindruck eines einheitlichen Organes hervorrufen. Wir dürfen aber nicht außer Acht lassen, daß bei den verschiedenen Kerbthieren diese Annäherung der als radiäre Ausstrahlungen eines gemeinsamen Sehnervs sich ergebenden Elementaraugen ungemein verschiedene Grade hat, ja daß bei Berücksichtigung sämmtlicher einschlägiger Augenmodifikationen eine scharfe Grenze unmöglich gezogen werden kann.

Daß es bei den Gliederthieraugen genug der Merkwürdigkeiten, d. h. auffallender Abweichungen von dem uns gewöhnlich vorschwebenden Schema eines Sehorganes gibt, haben wir gesehen. Als die größte Curiosität wurde aber seit Swammerdamm doch immer das Facettauge angestaunt, und es

gibt wohl kein zweites Organ der reichbegabten Kerfe, das von so vielen und von so ausgezeichneten Forschern untersucht worden und das trotzdem so widersprechenden und, sagen wir es nur offen, z. Th. so unsinnigen Deutungen ausgesetzt gewesen.

Und doch ist das Netzauge sowohl seinem Baue als seiner Leistung nach ein so leicht verständliches Organ, vorausgesetzt natürlich, daß man die Sachen so nimmt und erklärt, wie sie sind, und nicht Alles durch die Brille oberflächlicher Analogien sich anschaut. Indessen darf der Leser auch hier keine eingehende Schilderung oder gar eine historische Darstellung und Kritik unserer Kenntniß des Facettauges, sondern nur eine flüchtige Skizze erwarten.

Wir beginnen wieder mit dem, was daran äußerlich zu sehen, also mit der Hornhaut. Im Gegensatz zu unserer eigenen Cornea, die ein verhältnißmäßig kleines Segment einer großen Hohlkugel darstellt, erscheinen die beiderseitigen Hornhäute der in Rede stehenden Gliederthiere (Insekten und zehnfüßige Krebse) als sehr große Abschnitte von relativ kleinen Kugelschalen. In der Regel bilden sie eine frei an den Kopfseiten vorragende Halbkugel, oder es ist sogar noch etwas von der andern Hemisphäre vorhanden, wie denn ja z. B. die Cornea der stieläugigen Krebse den Umriß des gefärbten Theiles eines Maiskornes nachahmt. Schon letzterer Vergleich besagt, daß die Kerfcornea nicht immer genau sphärisch gekrümmt ist, und in der That kopirt sie häufig nur die, wie allbekannt keineswegs nach mathematischen Normen hergestellte, obere und seitliche Kopffläche. Nicht selten, so z. B. bei vielen Fliegen, Libellen u. s. f., fließen auch die beiderseitigen Augenfenster oben auf dem Scheitel oder auch rückwärts völlig ineinander, so daß wir dann streng genommen nicht mehr zwei, sondern nur ein einziges oder cyklopisches Auge haben. Anderer-

seits erscheint bisweilen jedes der beiden Augen durch einen Querbalken der Kopfhaut fast oder ganz halbirt.

Schon aus dem eben Gesagten folgt eine für die richtige Werthschätzung der Netzaugen gewichtige Thatsache, nämlich die, daß die Cornea derselben, als morphologisch Ganzes genommen, dies doch physiologisch nicht sein kann und zwar aus dem simpeln Grunde, weil die in den weiteren Distanzen von ihrem Mittelpunkt einfallenden Lichtstrahlen nicht an Einer Stelle mit den Centralstrahlen sich sammeln und zu Einem Bilde sich vereinigen können. So wie die Sache bis jetzt steht, könnte sie nur partienweise oder lokal und zwar nach der jeweiligen Stellung des Thiers zu seinen Sehobjekten, natürlich auch von verschiedenen Seiten her, zur Verwendung kommen, was bei der Starrheit und Unbeweglichkeit der zus. Insektenaugen allerdings auch schon eine Errungenschaft gegenüber einer beschränkteren Cornea wäre.

Indessen ist die Netzaugencornea gar kein morphologisch Ganzes, und wenn sie es auch äußerlich erscheint, d. h. wenn sie, wie bei manchen Krebsen, wie schon der unsterbliche Joh. Müller wußte, ganz glatt und also ohne alle Spur einer Abgrenzung in einzelne Felder ist, dann ist eine solche doch innerlich vorhanden, und wenn, was wohl auch der Fall sein kann, auch diese interne Parcellirung fehlen sollte, so würde sie doch, virtuell wenigstens, durch die radiäre Kammerung im Innern des Auges in eine entsprechende Zahl von Abschnitten zerlegt.

Gerade auf das, was diesen Sehorganen den Namen Facettaugen verliehen hat, braucht man also am wenigsten zu sehen; Einiges müssen wir aber doch sagen. Fängt man eine Fliege und mustert nun mit einer guten Lupe die Augen bei auffallendem Licht, so erkennt man schon, wenn auch nicht deutlich, die unsäglich feine Felderung oder Facettirung, die *wir eben* signalisirt haben.

Ein Prachtbild zeigt aber die früher in Kalilauge vom anhaftenden inneren Pigment gereinigte Insektencornea unter dem Mikroskop. Hier sehen wir die einzelnen der in die Tausende zählenden Feldchen, die kaum Haaresbreite haben, als scharf umrahmte 6eckige und vollkommen durchsichtige Flächen und das Ganze am besten vergleichbar den aus ähnlich geformten Stücken zusammengesetzten altmodischen Fensterscheiben. Nichts wäre aber verfehlter, als zu glauben, daß die Feldchen aller facettirten Hornhäute gerade hexagonal oder gar vollkommen regulär sein müßten.

Man findet, und zwar theils ausschließlich theils untermischt mit anderen, auch fünf- und namentlich bei Krebsen auch viereckige oder quadratische. Schon dieser Umstand beweist uns, daß die facettirte Hornhaut der Kerbthiere von keinem höheren Mechaniker geschliffen oder gemodelt ist, sondern daß die Natur bei ihrer Erzeugung mit gewissen gegebenen Hindernissen zu kämpfen hatte. Und was ist denn eigentlich dieses vieltheilige mosaikartige Augenglas? Ein etwas und, wie wir schon gehört, oft außerordentlich wenig modificirter Abschnitt des chitinernen Kopfpanzers. Bei manchen Kerfen starrt die Cornea von einem Wald von Haaren. Gläubige Seelen haben diese sofort zu Beschützern der ohnedem solid genug gebauten Hornhaut gemacht. Aber stehen die nämlichen „Augenwimpern" nicht auch an anderen Körperstellen (vgl. Fig. 88* Au), und finden wir ebenso schön gefelderte Hautbezirke, wie die Cornea, nicht gleichfalls sehr allgemein verbreitet? —

Für ein einziges Lichteinlaßorgan schien uns die Insektencornea viel zu groß; sind denn aber, fragen wir nun, ihre minutiösen, ihre sozusagen nur punktgroßen Feldchen hiezu nicht zu klein? Einen so großen Oeffnungswinkel wie die Wirbelthiercornea geben sie allerdings nicht, aber was geht denn die Kerfe der Sehwinkel der Wirbelthiere an, und

sind denn groß und klein nicht eben Raumbegriffe, die sich zugleich mit den Augen und mit den Lebensbedingungen ihrer Inhaber ändern?

Die das Licht einlassende Fläche der Corneafacetten ist aber in Wirklichkeit sogar noch kleiner als sie ohnedem erscheint, indem sie, wenigstens bei Faltern und Käfern, „vom Rande her dunkelgelb oder gelbbraun gefärbt ist, so daß nur ein rundes Centrum hell bleibt". Die Existenz einer solchen Corneablendung, beweist auch, daß der zierliche Umriß der Facetten mit dem Sehakte selbst weiter gar nichts zu thun hat.

Die Hornhautfacetten, als Abschnitte einer konvexen Fläche, sind selbstverständlich nicht bloß lichteinlassende, sondern auch lichtbrechende und sammelnde Organe. In den meisten Fällen würde aber dieses ihnen von Natur aus zukommende Brechungsvermögen nicht genügen, um auch im Verein mit den übrigen dioptrischen Medien, die Lichtstrahlen in der gehörigen Nähe, d. h. auf den Endigungen des Sehnervs zu einem Bilde zu vereinigen.

Wie lehrreich ist es nun aber, die Umwandlung der ursprünglich konvex-konkaven Hornhautfelder in stärker brechende plankonvexe und bikonvexe Linsen zu verfolgen, und wie mannigfaltig sind die Anpassungen, denen wir hier begegnen! Kann man doch behaupten, daß fast bei jedem netzäugigen Kerbthiere die Cornealinsen ihren besonderen Schliff haben. Aeußerlich völlig glatt sind die Facetten mancher Krebse und unter den Insekten bei einigen Käfern z. B. Timarcha tenebricosa. Dafür ist hier die innere Fläche stärker gewölbt. Das Umgekehrte bei manchen Fliegen. Hier springen die äußeren Flächen stark hügelig hervor, so daß die Hornhaut, wenn wir einen so rohen Vergleich machen dürfen, einem aus runden Kieseln gebildeten, holperigen Straßenpflaster gleicht (Fig. 155), während die inneren linsenartigen Vorsprünge nur schwach und bei manchen Faltern fast *gar nicht entwickelt* sind.

Es ist bekannt, daß ein Lichtstrahl durch eine Linse schwächer von seiner Richtung abgelenkt wird, wenn er aus einem verhältnißmäßig dichten Medium, z. B. dem Wasser, als aus einem dünneren, z. B. aus der Luft kommt. Aus dem Grunde müssen also die Augenlinsen der Wasserthiere, falls sie nicht ursprünglich schon aus einer dichteren Substanz bestehen, eine stärkere Krümmung als bei den Luftbewohnern haben, um dennoch das gleiche Resultat zu erzielen. Und wirklich finden wir auch die verschiedensten Wassergeschöpfe, Quallen, Würmer, Kopffüßler, Fische u. s. w. mit theils kugeligen, theils sogar zapfenförmigen Linsen ausgestattet. Daß aber hierin auch die Kerbthiere keine Ausnahme machen, läßt sich denken, wenn der anatomische Nachweis auch nur in wenigen Fällen vorliegt.

Fig. 156.
Isolirte Specialaugen aus d. zusammengef. Sehorgan eines Insektes. A nach Entfernung d. Pigmentes, c—l Cornealinse, k viertheiliger Krystallkegel, st angeschwollener Theil des mehrfaserigen lamellösen Sehstabes. B im frischen Zustand sammt dem den Sehstab einhüllenden Tracheenbüschel (tr).

Die Kugellinsen der Daphniden wurden bereits erwähnt; noch stärker zumal nach Innen vorspringende Cornealinsen hat Leydig, der auch in diesem Punkte das Meiste geleistet, bei einigen Wasserwanzen entdeckt, und erneute Nachforschungen möchten noch manches Interessante zu Tage fördern.

Nach dem, was wir dem Leser schon mittheilten, kann man das Facettauge als eine Vereinigung zahlreicher einfacherer Sehorgane betrachten, die gleichsam alle unter Einen Hut, die Cornea gebracht sind. Diese Theilaugen stehen aber nicht bloß unter einem gemeinschaftlichen Dach, sie sind sogar in ein gemeinschaftliches Gehäuse, in eine chitinerne Hüllkapsel eingeschlossen. (Fig. 155.) Dieselbe gleicht im allgemeinen einem

abgestutzten Kegel, dessen nach außen gekehrte Basisfläche eben die Hornhaut ist, während die innere und kleinere unmittelbar dem Sehganglion anliegende Begrenzung von Leydig mit dem eingestülpten Boden einer Weinflasche verglichen wird (Fig. 154 fg).

Dieser Augenkapselboden ist aber keine solide Membran, sondern sieht einem Siebe oder einem Gitter ähnlich, indem er wenigstens von so vielen feinen Oeffnungen durchbrochen wird, als Elementaraugen vorhanden sind.

Daß aber die letztern Gebilde diesen Namen wirklich verdienen, d. h. daß es sowohl morphologisch als physiologisch selbständige Sehorgane sind, das soll nun sofort gezeigt werden.

Am übersichtlichsten wird der Sachverhalt an einem in radiärer Richtung durch das Auge geführten Schnitte. Hier (Fig. 155) sieht man, daß der ganze Innenraum der gemeinsamen Augenkapsel von einem System eng aneinander schließender, cylindrischer oder, wegen des gegenseitigen Druckes, prismatischer Schläuche eingenommen wird, die sich in radiärer Richtung zwischen den einzelnen Oeffnungen des Sklerabodens und den Hornhautfacetten ausspannen. Dies sind nun eben die Hüllen oder Futterale der Elementaraugen, wobei sich kein Mensch daran stoßen wird, einmal, daß sie so gar klein, d. h. schmal, und dann, daß sie nicht, wie an unserm Auge, kugel- sondern röhrenförmig sind. Betreffs des letztern Punktes wenigstens kann sich Jeder an einer künstlichen, nach dem Muster der Insektenaugen gefertigten Dunkelkammer überzeugen, daß diese Form ebensogut, wo nicht praktischer als die sphärische ist. — Von der das störende Licht abhaltenden dunkeln Auskleidung dieser schlauchartigen Augenkammern werden wir später sprechen, und gehen nun auf ihr Inneres über.

Es besteht aus zwei wohl gesonderten Abschnitten, nämlich aus dem sogenannten Krystallkegel, der den äußersten oder peripherischen Theil des Schlauches einnimmt, und dem specifischen, stabförmigen Sehnervenende, das nach innen folgt.

Seit Cuvier waren übrigens mehrere Forscher der Ansicht, und hat dieselbe auch in Leydig einen sehr gewandten Vertheidiger gefunden, daß der gesammte angegebene Inhalt der radiären Augenkammern etwas Kontinuirliches, d. h. daß der Kystallkegel kein eigentlicher Krystallkegel, sondern nur eine eigenthümlich modificirte Endpartie des Nervenfadens oder Sehstabes sei.

Seitdem aber der unsterbliche Max Schultze seine mustergiltige Untersuchungsmethode auch auf die Kerbthieraugen angewandt, kann eine solche Meinung unmöglich mehr geduldet werden, wenn wir auch gerne einräumen, daß die betreffenden Theile, wie das ja organischen Bildungen eigenthümlich, oft so innig zusammenhängen, daß man Anstand nehmen muß, sie als Gesonderte und Unterschiedene zu beschreiben. Von andern Umständen vorläufig abgesehen, geht indessen die selbständige Natur der Krystallkörper schon aus ihrer Entwicklungsgeschichte hervor. Diese lehrt uns, daß sie im Grunde genommen desselben Ursprungs wie die Cornealinsen sind, nämlich entstanden aus mehreren und zwar wahrscheinlich aus vier Epidermiszellen, deren Kerne häufig noch am ausgebildeten Auge erhalten sind. (Vgl. Fig. 157.)

Am deutlichsten wird uns der integumentale Charakter des Krystallkegels beim gemeinen Leuchtkäfer. Hier ist der letztere mit der Cornealinse in Eins verschmolzen, und das ganze lichtbrechende System somit ein einziges und einheitliches Chitingebilde.

Was nun vorerst die Gestalt der Krystallkörper betrifft, so ist hier die Mannigfaltigkeit noch größer wie an den Corneafacetten. Ein an der Spitze etwas abgerundeter Kegel (F. 156 A, k) ist allerdings die gewöhnliche Form. Dabei kann aber die äußere Basis bald flach sein, bald der inneren Cornea-Wölbung sich anschmiegen, also konkav erscheinen. Eine kolbenartige Gestalt besitzen unter anderm die Krystalllinsen von

[illegible] wurden, einen bestimmten Lichtbrechungsgrad. Jedoch ist die Frage hier so, daß es gewissermaßen [illegible] Kegel noch ein zweites Licht, den gleichfalls der beschriebenen Bildung [illegible].

Wie bei einer Linse [illegible] zeigt sich hingegen der Krystallkegel der Cephalopoden und anderer Ringer, und ist hier auch die [illegible] von [illegible] Anschauung. (S. 157 k.) — Nach dem Vorstehenden, daß nach dieser Ansicht einem von einer [illegible] Membran umgebenen [illegible] Kern besitzen, bei dem gleichfalls, daß erstere die eigentliche den Lichtstrahlen der Wirbelthiere entsprechende Rephaut sei.

Aber liegt denn nicht gerade in dieser Sonderung des Krystallkegels in mehrere Schichten oder Theile von verschiedener optischer Dichtigkeit der klarste Beweis, daß wir in der That ein lichtbrechendes Organ oder System vor uns haben? Wahrscheinlich liegt auch mitten in dem sonst völlig homogenen Gebilde ein dünner [illegible] und nach Art der Cylinderlinsen [illegible] homogen abgeschlossenes Zwischenstück. So unter anderem beim Flußkrebs, bei Palaemon und etlichen andern Krustern.

Dies Verhältniß insbesondere ist es, das eine strenge Analogisirung mit gewissen Theilen des Wirbelthierauges unmöglich macht.

Der Krystallkegel der Kerbthiere ist weder der Linse noch dem gleichbenannten Gebilde der Wirbelthiere zu vergleichen. Er kann bald mehr das eine, bald das andere, bald beides zugleich sein.

Physiologisch wichtig ist selbstverständlich die Pigmenthülle, welche die Krystallkegel umgibt. Sie darf umsomehr für die Iris gelten, als auch gewisse andere Beigaben an dieses bedeutsame Organ erinnern. Leydig hat nämlich einen Kranz von Muskelfibern entdeckt, welche den vordern Theil des Kegels kranzförmig umspannen und so eine Selbstregulir-

rung der auf die innere Linse fallenden Lichtmenge erlauben. Die unstäte zitternde Bewegung, welche wir an vielen lebenden Kerfaugen wahrnehmen, rührt eben von dem Spiel dieser Irismuskeln her. Es mag sich aber hier noch um eine andere wichtigere Funktion, nämlich um eine Akkomodirung an verschiedene Sehdistanzen handeln, die aber hier nicht durch eine Gestalt-, sondern durch eine Lageveränderung des Krystallkegels erzielt wird. Eine Contraktion oder Verkürzung der Linsenmuskeln muß nämlich den Krystallkegel etwas von der Cornea entfernen. Die Folge davon ist, daß dadurch der Brennpunkt des ganzen Systems weiter hinausgeschoben wird. Ein solches schwächeres System ist aber eben zum Sehen in größere Entfernungen angezeigt, während die in ihrer Ruhelage befindliche und daher stärker brechende Linse für Strahlen paßt, die aus größerer Nähe kommen. Wahrscheinlich ist aber der Mechanismus der Augeneinstellung ein weit komplicirterer.

Schon ältere Forscher, wie Leuwenhoeck und Gottsche hatten die Beobachtung gemacht, daß die Hornhautfacetten, wie das ja anders gar nicht möglich, scharfe Bilder der äußern Objekte liefern. Daraus suchte nun Leydig für seine Ansicht Kapital zu schlagen, daß die Krystalllinse als lichtbrechendes Organ entbehrlich und daher der Netzhaut zuzurechnen sei. — Handelt es sich aber nur darum, daß im Auge überhaupt Bilder entstehen, oder vielmehr darum, daß sie am richtigen Orte, d. h. auf der Netzhaut, resp. an der Spitze des Krystallkegels entworfen werden?

Nach dem, was wir bisher vom optischen Mechanismus der radiären Abtheilungen des Facettauges erfuhren, kann gewiß kein Zweifel mehr bestehen, daß wir es hier mit selbstständigen und completen Sehorganen zu thun haben.

Wie verhält es sich nun mit dem lichtpercipirenden, d. i. mit jenem Apparat, der die einzelnen Dunkelkammern, welche wir jetzt beschrieben, erst zu eigentlichen Augen macht?

Wenn man von der Ansicht ausgeht, daß derselbe im wesentlichen mit dem der Wirbelthiere übereinstimmen müsse, so könnte man auf den ersten Blick allerdings in Zweifel gerathen, ob das betreffende Organ der Kerfe diesem Zwecke genügen könne.

Bei uns besteht die Netzhaut aus einer das dioptrische System nach Art eines Eierbechers umfassenden Ausbreitung des Sehnervs, die sich in eine Reihe übereinanderliegender Schichten sondert. Von diesen aber continuirlich ineinander übergehenden Netzhautlagen ist die äußerste, unmittelbar der dunkeln Pigmenthaut oder Chorioidea sich anschließende die für den Sehakt wichtigste, was wir schon daraus abnehmen, daß sie auf dem kleinen etwa 3 mm großen Hinterpol der Netzhaut, auf welchem die (bekanntlich sehr verkleinerten) Bilder projicirt werden, d. h. also an dem sog. gelben Fleck weitaus am dicksten ist, während hier die übrigen Retinazonen zu ganz dünnen Lamellen zusammenschrumpfen. Und woraus besteht diese dem Lichte abgewendete Netzhautschicht? Aus einer Mosaik, aus einem ganzen mikroskopischen Walde unsäglich schmaler Stäbchen resp. Zapfen, die sich zugleich als die eigentlichen Endigungen, als die äußersten wirksamen Spitzen der Sehnervenfasern erweisen. Wir müssen noch erwähnen, daß die Außenglieder dieser Sehzapfen und Sehstäbchen aus einem System übereinandergeschichteter und stark lichtbrechender Plättchen bestehen, und geht die Ansicht der Physiologen dahin, daß die Umwandlung der fortschreitenden Wellenbewegungen des Lichtäthers in stehende Wellen resp. in Reize der Sehnerven eben in diesen Plattensystemen erfolge.'

Wichtig für die Art und Weise der Uebertragung oder Aufnahme der Lichtreize durch die Netzhaut ist die Thatsache, daß die kleinste Distanz zweier Punkte des Sehfeldes, die wir noch als gesondert wahrzunehmen vermögen, ungefähr dem Abstande zweier nicht unmittelbar aneinanderstoßender Sehzapfen *gleich* ist. Letztere selbst haben einen Dickendurchmesser von

0.0015—0.002, während der erwähnte kleinste Abstand zweier getrennt wahrnehmbarer Punkte 0.005 mm mißt, was einem Sehwinkel von ungefähr 73 Bogensekunden entspricht. Auf Grund dieses Faktums dürfen wir annehmen, daß die auf dem gelben Fleck stehenden Sehnervenendigungen hinsichtlich ihres Perceptionsvermögens nicht ein kontinuirliches Ganzes ausmachen, sondern daß jeder einzelne Sehzapfen ein für sich allein wirksames Glied oder Organ des gesammten Perceptionssystemes vorstellt, daß also mit andern Worten das vorliegende Sehfeld nicht von einem einheitlichen Apparat und als etwas Ganzes und Einheitliches, sondern von zahlreichen gleichwerthigen Theilen oder Organen dieses Apparates und als eine entsprechende Vielheit kleiner Abschnitte aufgefaßt wird. Kurzum es stellt sich heraus, daß unser Sehen ein musivisches, ein aus zahlreichen aber ineinander verschmelzenden Einzelvorstellungen zusammengesetztes sei.

Nun können wir das Wesen der einzelnen Perceptionsorgane im Facettauge kurz angeben. Sie entsprechen, anatomisch sowohl als hinsichtlich ihrer Leistung, den einzelnen Gliedern oder Elementarorganen der Wirbelthierretina, nur mit dem Unterschiede, daß sie, entsprechend dem größeren Sehfelde, welches sie zu beherrschen haben, auch größer und komplicirter sind. Der von Leydig gebrauchte Vergleich macht dies anschaulicher. Die Netzhaut mit dem Sehnerv gleicht einer Doldenblüthe mit ihrem Stiele. An der Wirbelthierretina sind oder erscheinen die vom gemeinsamen Stiel ausgehenden Radien einfach; im Facettauge aber zerspalten sie sich neuerdings, ähnlich wie bei den zusammengesetzten Blüthenständen dieser Art jeder Radius selbst wieder eine Dolde trägt.

Zusammengesetzt, d. h. aus mehreren gleichen und gleichwirkenden Theilen gebildet, ist auch unsere Netzhaut; die der Kerbthiere ist nur noch zusammengesetzter.

Die älteren Untersucher der Facettaugen, wie Swammerdamm und selbst Joh. Müller, erkannten mit ihren unzulänglichen Mikroskopen innerhalb der Radiärschläuche allerdings nichts anderes als eine einfache zum Krystallkegel hintretende Faser, und baute speciell der berühmte Physiologe darauf seine Ansicht, daß, wie die Facetten der Cornea mit den anhängenden Schläuchen nur zur Sonderung und Isolirung der ins Auge fallenden Lichtstrahlen bestimmt seien, auch die einzelnen Sehnervenfasern nur unselbständige Theile der ganzen einheitlichen Netzhaut wären. Leydig aber und später M. Schultze lehrten uns in den „Sehstäben" vergleichsweise sehr komplicirte, aber auch im einzelnen äußerst mannigfaltige Gebilde kennen. Wichtig ist zunächst schon des Letztern Beobachtung, daß die Ausstrahlungen des sehr zusammengesetzten und vielleicht die innern Schichten der Wirbelthierretina enthaltenden Sehganglions nicht durch eine einzige Oeffnung des Augenkapselbodens in die radiären Kammern eintreten, sondern daß mehrere und zwar meist vier oder acht durch besondere feine Poren in das Innere des Augengehäuses sich begebende Fasern zur Bildung des Sehstabes sich vereinigen. Nach innen zu erscheinen diese Faserbündel zunächst als langgezogene und meist deutlich vierkantig-spindelförmige Gebilde Fig. 156 A, st. Nach außen hin verschmächtigen sie sich aber in einen dünnen scheinbar oft einfachen Faden (m), der aber vor seinem Ende häufig wieder zu einem gleichfalls vierkantigen Kopfe oder Becher anschwillt. Vor allem bedeutsam ist an diesen zusammengesetzten Sehstäben die ganz und gar an die Außenglieder der Wirbelthier-Retinazapfen erinnernde lamelläre Struktur, welche häufig dem ganzen Sehstab entlang sowie auch bisweilen an seinen vorne ausstrahlenden feinsten Endigungen bemerkt wird. Die Erforschung der letztern insbesondere ist M. Schultzes Verdienst. Einen Begriff davon gibt

Fig. 157. Man sieht die vier Fasern des Sehstabbündels (st) unmittelbar hinter der Krystallinse in einen Pinsel unsäglich feiner Fibrillen (cc) sich auflösen. Noch instruktiver ist die Sache bei der Stubenfliege, wo jede der vier Fasern ein separates Bündel haarfeiner Spitzen trägt. Bedenkt man, daß im Innern der Stäbe und Zapfen der Wirbelthiernetzhaut in jüngster Zeit gleichfalls solche feinste Fäserchen entdeckt wurden, so ist die Uebereinstimmung wirklich auf die Spitze getrieben und wir können nach all dem getrost behaupten, daß das Perceptionsorgan oder Netzhäutchen der in Rede stehenden Sehorgane von jenem unserer Retina im wesentlichen nur durch die weit geringere Zahl der beim Sehakt betheiligten Elementartheile, d. i. also lediglich durch den geringeren Umfang unterschieden ist.

Fig. 157.
Aeußerer Abschnitt eines Elementarauges von Scarabaeus nach M. Schultze. st viersaseriger Sehstab, c aus feinsten Fibrillen zusammengef. Netzhäutchen, k Krystallkegel.

Und trotz dieser geradezu wunderbaren Harmonie in der Gestaltung und Struktur der optischen Endorgane bei beiderlei Thierklassen ist an eine morphologische Vergleichung, an einen genetischen Zusammenhang dieser Bildungen nicht im entferntesten zu denken!

Man überlege, daß die Sehstäbe der Wirbelthiere dem lichtbrechenden Apparat den Rücken kehren, daß das Licht also nur auf Umwegen zu ihnen gelangt, während die Sehnervenspitzen der Kerbthiere geradezu auf die Linse losstreben, ja (F. 157) sie berühren. Hier ist also nichts weiter zu thun, als einzubekennen, daß zwischen der Kerbthier- und Wirbelthier-Retina ein fundamentaler

und durch keinerlei Erwägungen zu vereinender Gegensatz besteht. Wenn aber der Leser unsere bisherige Anschauung über das Facettauge, und was es zu leisten berufen, richtig verstanden hat, so wird er auch zugeben, daß eine andere Einrichtung nicht gut möglich war, und wenn er die eigenthümliche Entwicklungsweise unseres Auges kennt, muß er von diesem das Gleiche sagen.

Bei der ins Einzelnste und Kleinlichste gehenden Absonderung und Differencirung, die wir am Facettauge allenthalben wahrnehmen, wird es den Leser nicht überraschen zu hören, daß an der gewöhnlichen Viertheilung des „Sehstabes" auch die Krystalllinse participirt, ja daß unter Umständen sogar der äußerste Augentheil, die Cornealinse, eine auf eine ähnliche Unterabtheilung bezügliche kreuzförmige Zeichnung aufweist.

Vom Wirbelthier-Auge wissen wir, daß das Innere seiner Kapsel, soweit die Netzhaut reicht, von einer dunkeln, zelligen Pigmenthaut austapeziert wird, welche, nach vorne zu, unmittelbar in die Pigmentzone der Iris übergeht. Das Nämliche beobachtet man am Facettauge, nur daß hier das Iris- und das Netzhautpigment häufig als gesonderte Lagen sich darstellen. An einem Augendurchschnitt, wie ein solcher in Fig. 155 zu sehen, zeigt sich in Folge dessen eine sehr malerische, zonenartige Gliederung des gesammten Augen-Weichkörpers. Unmittelbar unter der Cornea spannt sich ein schmaler Pigmentgürtel (i) aus. Dies ist die Iris, welche die Krystallkegel einhüllt. Der Umstand, daß ihre Färbung mit jener der Haut übereinstimmt, lehrt sie uns, so gut wie die Krystallkegel selbst, als integumentale Bildung kennen.

Es folgt nun eine verschieden breite, helle oder pigmentfreie Zone (r), in welcher die fädigen Ausläufer der Sehstäbe scharf und bestimmt hervortreten. Nach innen, gegen den Boden der Augenkapsel zu, kommt dann in einem breiten, dunkeln Gürtel das eigentliche Netzhautpigment, die Chorioidea.

Sie besteht nach Leydig erstlich aus einer Pigmentschale, die die gemeinsame Augenkapsel auskleidet und dann aus den schlauchartigen Pigmentscheiden, welche die einzelnen Sehstäbe umgeben. Oft sondert sie sich wieder in zwei separate Zonen.

Gleichsam als Stellvertretung der den Stoffwechsel unseres Auges unterhaltenden Gefäßhaut kann man hier das sogenannte Tapetum ansehen. Es ist dies eine Schichte büschelartig die einzelnen Sehstäbe umhüllender Luftröhren (Fig. 155 und 156 tr), welche den eigenthümlichen Silberglanz bewirken, der im Verein mit gewissen blassen Färbungen und den verschiedenen Contractionszuständen der Iris das herrliche Schauspiel des Augenleuchtens bedingt. In vielen Fällen zeigt diese „weiße Zone" einen zarten Rosaschimmer. Dieser rührt aber von den Plättchen der Nervenstäbe her, welche von den feinen Tracheenreisern umgürtet sind (vgl. Fig. 156 B, tr). Am schönsten ist diese Zone bei den Schmetterlingen und einigen Fliegen, z. B. Syrphus, ausgebildet.

Nun aber endlich die Hauptfrage: Welcher besondere Zweck und Vortheil knüpft sich an den so ganz eigenartigen Bau des Facettauges? Die Hauptsache läßt sich mit wenigen Worten sagen. Das Facettauge ist das vollkommenste aller Sehorgane, die wir kennen, ja die es überhaupt geben kann. Wir wissen, daß die in das Auge einfallenden Strahlen um so vollkommener in Einem Punkte vereinigt werden und in Folge dessen auch um so schärfere und getreuere Bilder geben, je weniger weit die Rand- von den Centralstrahlen abstehen, je kleiner also die Basis des betreffenden Strahlenkegels ist.

Bei den einzelnen Gliedern des Facettauges ist letztere nun eben auf ein Minimum, auf ein mit freiem Auge oft gar nicht wahrnehmbares, winziges Flächenstück reducirt. Wir dürfen also mit Recht annehmen, und die Erfahrung bestätigt dies, daß die Elementaraugen der Kerfe überaus scharfe Bilder liefern. Daß diese aber auch entsprechend percipirt werden, dafür bürgt uns die feine und komplicirte Struktur der einzelnen Netzhäutchen.

[illegible] Detailliirung und [illegible] des Gesichtsfeldes ist aber die Möglichkeit [illegible] Auflösung. Unserem Auge [illegible] sehr enge Grenzen [illegible] so wäre [illegible] doch einmal mehr im [illegible] gleichzeitig zu concentriren. [illegible] beliebig aus- [illegible] ganze Kopf zum Auge wer- [illegible] es [illegible] anderen reicht, indem [illegible] Organ [illegible] dass es gerade für [illegible] wenn sie den [illegible] nicht nur, sondern auch [illegible]

[illegible] dass man Zweifeln in der That [illegible] nicht mehr bezweifeln?

[illegible] Thieren schon [illegible] Sicherheit [illegible] die Klein- [illegible] Dinge einen ganz [illegible] zuschreiben?

[illegible] nur [illegible] in neuerer Zeit [illegible] Meinung [illegible] Schärfungen des [illegible] Sehorgans [illegible] „Nehmt man die Hornhaut ab", [illegible] „und bei ihr gegen einen [illegible] hat man [illegible] Auge der Zwergen."

[illegible] Thatsache [illegible] zu Gunsten der Theorie [illegible] Seele zu sprechen. Ist diese Thatsache aber [illegible] wie wäre es möglich,

daß Solches am Libellen- oder Bremsen- und überhaupt bei einem Auge geschähe, dessen Hornhaut mehr als Eine Halbkugel umfaßt? Wie können denn die von einem Sehobjekt ausgehenden Strahlen auf die jenseitige Hemisphäre gelangen, wie kann ein Gegenstand, der vor dem Thier sich befindet, auch von den hinten liegenden Theilaugen gesehen werden?

Wir geben zu und müssen es zugeben, daß mehrere benachbarte Facetten einen und denselben Theil des Gesichtsfeldes zur Abbildung bringen, wenn auch jedes derselben einen bestimmten Abschnitt am deutlichsten zeigen muß; es ist aber ein physikalischer Unsinn, zu behaupten, daß der Sehwinkel eines Theilauges mehr als 180° betrage. Wahrscheinlich ist er sogar bedeutend kleiner als der unserige, ja es ist möglich, daß das Einzelauge keinen viel größeren Bogen des Gesichtskreises umspannt, als der ist, welcher durch die Projektion der Facetten entsteht. Selbstverständlich würde auch im letzteren Falle eine Durchschneidung der unmittelbar benachbarten Sehfeder stattfinden, wobei gewisse Abschnitte des einer Facettengruppe zugehörigen Sehhorizontes von einer verschiedenen Anzahl von Augen gleichzeitig wahrgenommen werden. — Die nähere Erforschung dieses multiokularen Sehfeldes sowie die Frage nach der Kombination der einzelnen Gesichtswahrnehmungen am Einzel- sowie am Doppelauge muß aber der Zukunft überlassen bleiben.

Eine ganz besondere und zwar zugleich die allergemeinste oder verbreitetste Form von Kerbthieraugen haben wir uns auf zuletzt gelassen und zwar, weil diese, wenn auch nicht die vollkommenste, so doch die dem Wirbelthierauge verwandteste ist. Man findet sie, aber mit vielfachen Abänderungen, bei den Insektenlarven mit vollkommener Verwandlung, dann bei mehreren parasitisch lebenden ausgewachsenen Kerfen, weiters, und hier ähnlich wie bei den Raupen oft

in größerer Zahl und wechselnder Gruppirung, bei verschiedenen Spinnenthieren, und schließlich, als die wohlbekannten Scheitel- oder Nebenaugen, in Gemeinschaft mit den zusammengesetzten Sehapparaten bei den meisten vollendeten Insekten.

Ihr Bau läßt sich zunächst an Fig. 150, einem Radialschnitt durch das Larvenauge einer Blattwespe, erläutern. Was die Retina anlangt, so zeigt diese eine ähnliche radiäre Zerfaserung wie am Netzauge. Die Sehstäbe, soweit man sie bisher hat kennen lernen, scheinen aber einfacher konstruirt. Das Charakteristische dieser zusammengesetzten Netzhaut liegt aber darin, daß sie keinen nach außen konvexen Polster, sondern, ähnlich wie in unserem Auge, einen Kelch bildet, wobei indeß die Stellung der Sehstäbe sogut wie am Facettauge eine diametral entgegengesetzte ist. Die Höhlung dieses Netzhaut-Kelches nimmt nun die stark nach außen, noch mehr aber nach innen vorspringende und relativ sehr große Cornealinse ein.

Hier kann somit, ähnlich wie am Corycaeusauge, nur ein einziges Bild erzeugt werden, und da dieses nur eine beschränkte Ausdehnung hat, so wird sich bei der Perception desselben auch nur ein kleiner, aber sonst, wie es scheint, durch Nichts ausgezeichneter Theil der ganzen Netzhaut direkt betheiligen, während am Facettauge die gesammte Retina ausgenutzt wird und kein Theil umsonst da ist.

Eine merkwürdige Erscheinung haben wir schon vor längerer Zeit an den Scorpionaugen entdeckt. Hier sondern sich die aus mehreren Körner- und Faserlagen sich erhebenden Sehstäbe in Gruppen von je fünf Individuen. Die Flächenansicht des Netzhautnapfes scheint in Folge dessen mit zahlreichen fünfstrahligen Sternen oder Rosetten besäet.

In Bezug auf den lichtbrechenden Apparat sind besonders die Raupenaugen bemerkenswerth, insoferne hier, ähnlich wie bei den Asseln, außer der kappenartigen Cornea eine besondere dreigetheilte Linse zugegen ist.

Das Nebeneinanderbestehen von zusammengesetzten und einfachen Augen bei den meisten Insekten muß schon a priori in uns die Ansicht erwecken, daß beiderlei Organe eine verschiedene aber sich gegenseitig ergänzende Aufgabe haben. Und das ist in der That ein köstliches Verhältniß.

Durch Versuche läßt sich zunächst feststellen, daß die Facettaugen zum Fernsehen bestimmt sind. Wenn sie nun auch etwas akkomodabel sind, so kann bei der Starrheit ihrer Chitinlinsen die Anpassung doch kaum soweit gehen, daß sie auch zum Sehen in nächster Nähe taugten. Diesen Fehler gleichen nun eben die als Hilfsorgane beigesellten Punktaugen aus. Daß aber die „Scheitelaugen" wirklich vorzugsweise zum Nahesehen dienen, beweist einmal die starke Krümmung ihrer Chitinlinsen, noch schlagender aber der Umstand, daß sie vorzugsweise bei solchen Kerbthieren vorkommen, deren ganzer Wirkungskreis, wie ja schon aus der Unvollkommenheit ihres lokotorischen Apparates hervorgeht, ein überaus enggezogener ist.

Und so stehen denn die Insekten, diese Muster- um nicht zu sagen Wunderwerke organischer Bildung, auch hinsichtlich des vornehmsten Orientirungsapparates ganz einzig da: es malt sich in ihren tausendfältigen Netzaugen und zwar mit unendlicher Schärfe und Präcision in weitem Umkreise die äußere Welt ab; mit ihren lupenartigen Kleinaugen nehmen sie aber gleichzeitig auch das geringste Stäubchen wahr, das unmittelbar vor ihren Füßen liegt.

Gehörorgane.

Bevor wir uns auf die Organe einlassen, die bei den Kerfen zur Vermittlung der Schallempfindungen geeignet sein möchten, sei früher die Frage erörtert, ob denn diese Thiere solche Empfindungen überhaupt haben.

Was man da im allgemeinen und mit völliger Zuversicht sagen darf, ist nur soviel, daß die meisten Kerfe durch

gewisse Erschütterungen oder Oscillationen des umgebenden Mediums afficirt werden. Davon kann man sich durch den Versuch überzeugen. Erregt man, während eine Raupe, ein Käfer oder ein anderes Insekt langsam über eine Tischplatte sich bewegt, einigermaßen heftige Schalle, z. B. durch einen Strich über eine Violine, durch das Zusammenschlagen verschiedener Geräthschaften, mittelst einer Glocke, oder indem man einen starken Laut von sich gibt, so wird man in der Regel beobachten, daß die betreffenden Thiere in Unruhe gerathen, stehen bleiben, oder gar mit einem plötzlichen Satz zur Seite springen. Insekten, welche auf irgend eine Weise, z. B. durch Abtrennung eines Beines verletzt wurden, werden durch sehr intensive Schalle oft so stark erregt, daß sie am ganzen Leibe zittern oder wie besessen in die Höhe springen. Manche Kerfe werden auch durch ganz schwache Töne oder Geräusche beeinflußt und dies besonders zur Nachtzeit, wenn ringsum tiefe Stille herrscht. Ferner kann man sich überzeugen, daß manche Kerfe, wenn man längere Zeit hintereinander immer den nämlichen Ton hervorbringt, gegen denselben gleichgiltig werden und erst dann wieder eine Erregung kundgeben, wenn eine längere Pause eintritt, oder ein anderer Ton angeschlagen wird.

Wissen wir aus dem Mitgetheilten nun gleich, daß die Kerfe ziemlich detaillirte Schallempfindungen haben, indem sie ja nicht allein die Stärke, sondern auch die Höhe und wie es scheint selbst die Qualität eines Tones zu unterscheiden vermögen, so folgt daraus aber noch lange nicht, daß diese verschiedenartigen durch Schallschwingungen veranlaßten Erregungszustände mit jenen Empfindungen, die man nach menschlichen Begriffen hören nennt, vergleichbar seien.

Damit gleiche äußere Reize auch gleiche oder doch ähnliche innere Affekte hervorbringen, müssen nothwendigerweise die zugehörigen Vermittlungsapparate mit Einschluß der Centraltheile von derselben oder doch von sehr ähnlicher Art sein.

Wenn wir aber schon oben andeuteten, daß ein dem Nervenendapparat des Wirbelthierohres entsprechendes Organ den Kerfen mangelt, so darf man daraus wohl mit Sicherheit schließen, daß die Schallempfindungen der Kerfe wesentlich anderer Natur sind als bei uns — ja wahrscheinlich von einer Beschaffenheit, für deren Beurtheilung wir gar keinen Maßstab haben, für welche uns geradezu der Sinn fehlt.

Nun aber, womit und wie werden die Schallempfindungen der Insekten dann vermittelt? Unsere ersten Entomologen, wie Kirby, Burmeister u. s. f., hatten die feste Ueberzeugung, daß dies durch die Fühler geschehe, und einige Beobachtungen scheinen dies auch außer Frage zu stellen.

So bemerkte Kirby, daß eine an einem Fenster sitzende Motte, so oft er einen Schall erregte, ihm das nächste Fühlhorn zuwandte.

Ein anderer neuerer Beobachter, Dr. Rudow, will sich dann bei Laubheuschrecken, die bekanntlich äußerst lange Fühlhörner besitzen, überzeugt haben, daß sie dieselben stets der Richtung des Schalles zuwenden, und sollen dies namentlich die gewöhnlich stummen Weibchen thun, um das Plätzchen auszukundschaften, wo der musicirende Ritter sich verborgen hält.

Unsere eigenen Beobachtungen ergaben allerdings ein weniger bestimmtes Resultat; aber so viel können wir auch behaupten, daß viele Kerfe, wenn man sie anruft oder sonstwie durch Schalle erregt, ihre Antennen oft derart bewegen, als ob sie damit den Ort der Schallerregung damit auskundschaften wollten.

Fragt man, wie die Kerffühler ihrem Baue nach als Lauscher sich qualificiren möchten, so muß man gestehen, daß es kein anderes äußeres Organ am Insektenkörper gibt, welches zum Auffangen von Schalloscillationen geeigneter erscheint, ganz abgesehen davon, daß bei den Krebsen die Ohren in der That in der

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] und [illegible]

Des [illegible] Anzeiger des [illegible]

Es war [illegible] von den Schallmeßeinrichtungen [illegible] ganz [illegible]

Es ist allerdings wahr [illegible] sollte man glauben [illegible] auch [illegible] können, oder daß [illegible] Zwischen brauchen, haben dennoch [illegible] meist den Kompagnien [illegible] Anhalt [illegible] den [illegible] nach dem Zwange der

Sind die Zwischen und die [illegible] in mehr Stunden [illegible] andere [illegible] haben sie [illegible] nicht maßgeb[illegible]

Bedeutet [illegible] nur daß er ihr

[illegible] Kompagnien

schaft ziehen und so eine vielleicht der durch intermittirenden Druck erzeugten Tastempfindung ähnliche Erregung veranlassen.

Nun kommen wir aber auf eine Sache zu sprechen, die, in gewissem Sinne wenigstens, die ganze Frage nach den Kerfohren noch verwickelter macht.

Wenn man bei einem Thiere nach Gehörorganen fahndet, so sollte man vorerst doch auch wissen, ob solche ihrem Besitzer von irgend einem Werth sind; denn da die Natur genug zu thun hat, um nur das Allernothwendigste beizuschaffen, ist es mehr als zweifelhaft, ob sie auch die Bildung solcher Werkzeuge begünstigt, die gerade nicht zu den dringenden Bedürfnissen zählen. Was man aber in dem Stücke speciell von den Insekten denken soll, ist wohl schwer auszusprechen; wir möchten uns aber eher der Ansicht zuneigen, daß mindestens viele von ihnen, so insbesondere parasitisch lebende, selten in die Lage kommen dürften, von ihren Ohren, wenn sie solche hätten, einen erheblichen Nutzen zu ziehen.

Ganz anders freilich verhält es sich mit jenen Kerfen, die wie die Heuschrecken und Grillen theils mit Hilfe ihrer Flügeldecken theils mittelst ihrer Hinterbeine sehr vernehmbare Lautäußerungen von sich geben.

Da diese Fähigkeit der willkürlichen Tonproduktion fast ausnahmslos nur den Männchen eigen ist, und da es als fast ausgemacht betrachtet werden kann, daß sie, während der Brunstzeit wenigstens, damit die Weibchen gefügiger zu machen bestrebt sind, so ist nicht zu läugnen, daß diesen ein gutes musikalisches Ohr sehr zu statten käme, ja es scheint, daß sie ein solches sogar besitzen müssen, weil sie sich sonst, da oft verschiedene Lockrufe gleichzeitig erschallen, unmöglich zurecht finden könnten.

Und siehe da, diese unbezahlten Musikanten haben wirklich Organe, deren äußerer Habitus so sehr an unsere eigenen Ohren erinnert, daß uns vor dieser Aehnlichkeit fast bange

wird. Etwas ernüchtert werden wir nur durch die komische Lage. Bei den Schnarrheuschrecken befinden sie sich nämlich an den Seiten des ersten Hinterleibsringes, hart über dem Gelenk der Hinterbeine; bei den Grillen und Laubheuschrecken aber — an den Waden der Vorderfüße.

Nach dem aber, was oben über die Heranziehung verschiedener Hautnervenendigungen behufs gewisser Reizvermittlungen angedeutet wurde, wollen wir uns von vorneherein

Fig. 158.

Gehörorgan einer Schnarrheuschrecke (Caloptenus italicus) von der Innen
T Trommelfell, TR seine Einfassung, o, u zweischenkelige Anschwellung,
Wucherung, n Gehörnerv, ga Endganglion, st Stigma, m Oeffnungs-, m
muskel desselben, M Spannmuskel des Trommelfelles.

über diesen Punkt hinwegsetzen, umsomehr als auch Schnecken ihre Ohren im Fuße haben.

Sehr leicht zu verstehen und auch zu präparire „Ohr" der Schnarrheuschrecken. Aeußerlich gewahr

nächst ein wie ein dünnes Glimmerplättchen glänzendes und sehr elastisches Häutchen (Fig. 158 T) von ungefähr ovalem Umriß: ein wahres Miniatur-Trommelfell.

Im Grunde genommen ist dieses aber so gut wie etwa die facettirte Cornea, nichts weiter als eine stark modificirte d. h. verdünnte Stelle des Integuments, das sich oft nach Art einer Ohrmuschel (T—R) um die spiegelnde Membran erhebt, ja sie bisweilen bis auf einen engen Schlitz völlig verdeckt. Auch ein separater Trommelfellrahmen ist nachzuweisen. — Auf der Innenseite trägt das Trommelfell ein Paar auch durch ihre hornbraune Färbung auffällige Wucherungen. Ein winziges birn- oder herzartiges Körperchen (bi) und ein langgestrecktes bestehend aus zwei ungleich geformten Schenkeln (o, u), an deren Vereinigungspunkt ein hohler nach außen geöffneter Zapfen hervorspringt.

Am letzteren, sowie am kleinen Centralfleck heften sich die Nervenendigungen fest, aber, wie allerwärts, nicht an der Chitinhaut selbst, sondern an den mosaikartig gruppirten Zellen ihrer Mutterlage.

Der betreffende Nerv (n) steigt vom großen Hinterbrustganglion herauf und schwillt hart vor dem erwähnten Mittelzapfen zu einem glockenartigen Ganglion (ga) an. Aus diesem enspringt, ähnlich wie am Facettauge, ein Bündel von Nervenendröhren, die nach Art des Retinabechers den hohlen Chitinzapfen allseitig umfassen. Das Detail dieser Nervenenden zeigt Fig. 161: gz ist die Ganglienzelle, Sch ihre schlauchartige Fortsetzung, die schließlich mit einer zarten Faser (f) in eine Unterhautzelle (mu) übergeht. Diese Röhre ist aber nur das Futteral für das streng so zu nennende Nervenende. Dieß ist ein hohles, fast nach Art gewisser Tastkolben geformtes und eingeschachteltes stiftartiges Gebilde (sti), frei im Endschlauch schwebend und, wie an den erwähnten Sinnesorganen,

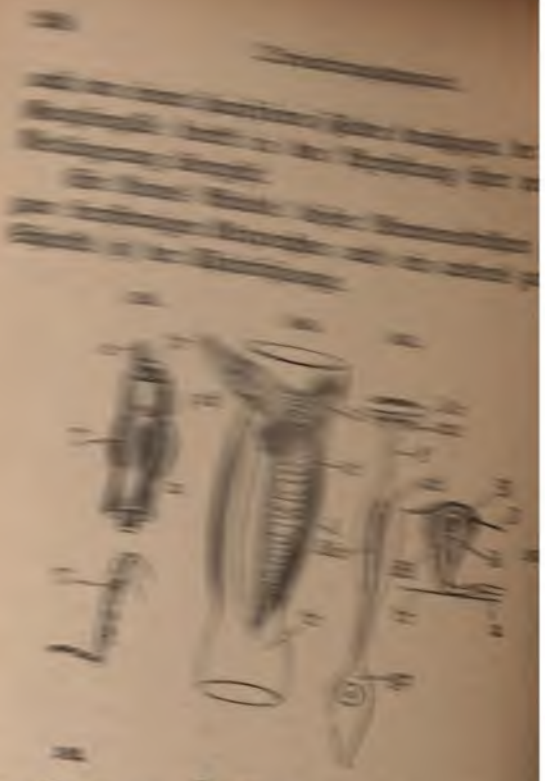


Fig. 158—161.

Von innen her wird das Trommelfell mit seinem Nervenendapparat von einer umfangreichen (hier nicht gezeichneten) Tracheenblase bedeckt, die sich vermittelst des vor dem Trommelfell angebrachten Stigmas (Fig. 158 st) mit Luft füllt.

An einem langen griffelartigen Fortsatz der vorderen Trommelfelleinfassung (m m') entspringt ferner ein Muskel (M), durch dessen Kontraktion das Trommelhäutchen nach einwärts gezogen und dadurch gespannt wird. Die Entdeckung dieses Organs rührt von Joh. Müller her; umfassender Studien über diese, sowie über die folgenden Gebilde haben wir uns selbst schuldig gemacht.

Es wäre wohl nie Jemand auf die Idee verfallen, die musikalischen Ohren der Grillen und Laubheuschrecken in den Beinen zu suchen, wenn die trommelfellähnlichen Häutchen derselben (Fig. 160, 161 T) nicht v. Siebold zu einem eingehenderen Studium dieser Glieder veranlaßt hätten. Die Trommelfelle selbst, an jeder Vorderschiene gewöhnlich in Duplo vorhanden (die Werre z. B. (Figur 121 H) hat ein einziges Tympanum), sind wahre Miniaturausgaben der Acridiertympana und wie dort häufig von schalenartigen Deckeln (m) eingeengt und beschützt. Merkwürdig ist aber vor allem, daß hier die Nervenenden nicht unmittelbar an die vibrirenden Membranen sich anheften und überhaupt bei Grillen und Laubheuschrecken trotz der anderweitigen Uebereinstimmung namentlich auch in Bezug auf die Qualität ihrer Tonproduktionen wesentlich verschieden sind.

Bei den ersteren finden wir oberhalb der Trommelfelle ein System klaviersaitenartig an der Haut fixirter Nervenröhren (Fig. 160 sti) von ganz identischen Bau wie am Müller'schen Ganglion der Schnarrheuschrecken.

Die Laubheuschrecken haben aber außerdem noch ein längs der zwischen den Trommelfellen etwas angeschwollenen Beintrachea (tr) herablaufendes Band von successive sich verjüngenden Nervenendblasen (Fig. 163 Bl), die, eingebettet in einer separaten Binnenkapsel (i Bl), ein den stiftartigen Körperchen ganz ähnliches, aber etwas dickeres Gebilde (bi) beherbergen.

Diese ganze Reihe von Nervenendblasen wird durch eine

besondere, über jedes Glied sich kuppelartig wölbende Deckmembran (D) an das als Resonanzkasten fungirende Luftrohr angeheftet.

Wer die erklärten Ohren anderer und speciell der höheren Thiere kennt, der wird zugeben müssen, daß sich die Aehnlichkeit mit den vorliegenden Organen eigentlich doch nur auf die trommelfellartige Membran und höchstens noch auf die gewissen, an die Paukenhöhle erinnernden Luftbehälter beschränkt; denn etwas den stift- und birnförmigen Gebilden Entsprechendes gibt es dort ein für allemal nicht.

Sehr bedeutungsvoll ist der Umstand, daß genau die nämlichen Organe, wie sie die zirpenden Heuschrecken besitzen, auch bei völlig stummen sich wiederfinden, und dann, daß die betreffenden Thiere nach Wegnahme dieser ohrartigen Einrichtungen wochenlang noch fort musiciren und sich, so viel wir zu erkennen vermögen, gegen Schalle eben so empfindlich wie früher zeigen. Bei diesem Sachverhalt weiß man in der That nicht recht wie man eigentlich daran ist, ob uns die Natur mit einem Trugbilde in die Falle locken will und hinter demselben vielleicht eine andere gerade für diese Insekten wichtige Funktion verbirgt, oder ob es dennoch Gehörorgane sind. Nach erneuten Studien in dieser Richtung scheint es uns übrigens nicht unwahrscheinlich, daß die „Acridierohren", welche schon frühere Forscher als Resonanzapparate auffaßten, in der That mit den bekannten, kri-kriartigen Trommelfellen der Cikaden verwandt sind, während den Tympanis der Laubheuschrecken und zumal der Grillen ganz homologe Wadentrommelfelle auch bei gewissen Schmetterlingen vorkommen, die zudem noch einen, bisher so gut wie unbekannten haarbüschelförmigen Sinnesapparat am Grunde des Bauches besitzen.

Tastorgane.

Sowie bei allen Thieren, so ist auch bei den Insekten das Tastgefühl über die gesammte Haut verbreitet, und sind es insbesondere die weich- und dünnhäutigen Larven, die sowohl gegen Berührung oder Druck als auch gegen die Einflüsse der Temparatur, der Feuchtigkeit, sowie auch der Elektricität außerordentlich empfindlich sind.

Hinsichtlich der Nervenendorgane, welche die betreffenden Reize vermitteln, wissen wir aber im einzelnen ebensowenig, wie über die betreffenden Werkzeuge der höhern Lebewesen.

Unter den zahlreichen über das gesammte Integument verbreiteten Tastnervenendigungen findet man aber auch hier durch ihre Struktur und Lage besonders ausgezeichnete Bildungen, die wir als Organe des Tastsinns im engeren Sinne bezeichnen. Bei den Insekten erscheinen diese um so nothwendiger, als die dicke Panzerhaut, in der sie stecken, für die Vermittlung eines feineren Tastgefühles gewiß wenig tauglich erscheint, wenn gleich die Kerfe auch durch ihre Chitinkruste hindurch intensivere Reize wahrnehmen, in ähnlicher Weise, wie unsere auch mit dem dicksten Lederzeug bekleideten Füße gegen äußere Einflüsse gröberer Art nicht ganz unempfindlich sind.

Die erwähnten Organe des Tastsinns sind bei den Kerfen im allgemeinen von zweierlei Art. Es sind entweder sehr nervenreiche dünne Hautabschnitte (Fig. 164 c c') oder, und diese Form ist die häufigste und aus nahe liegenden Gründen auch die praktischeste, haar- oder stäbchenartige Ausstülpungen des Integumentes, in welches gleichfalls (Fig. 147 h) ein Nervenende eintritt.

Letztere Tastorgane haben unter anderm das Gute, einmal, daß die Solidität der Körperdecke nicht geschmälert oder

unterbrochen zu werden braucht, und dann, was ebenso wichtig, daß die für das Leben der Kerfe oft sehr gefahrdrohenden Objekte, von denen der Tastsinn sie unterrichten soll, zu diesem Zwecke nicht unmittelbar an dieselben herankommen müssen.

Jetzt werden wir auch verstehen, warum, von andern Ursachen abgesehen, viele Kerfe von einem Wald von Haaren starren und warum letztere, wie z. B. bei der herrlichen Corethra-Larve, von oft so bedeutender Länge sind. Um den Besitzer eines solchen Kranzes von Tasthaaren ist gleichsam ein Bannkreis gezogen, den kein fremdes Wesen ohne Wissen desselben überschreiten kann. Höchst interessant und mannigfaltig erscheinen gewisse mechanische Hebelvorrichtungen, wodurch die die Taststäbchen treffenden Stöße auf das an ihrer Basis befindliche Nervenende applicirt werden, und muß man wohl auch annehmen, daß die specifische Form- und Konsistenz des dem eigentlichen Nervenende vorgelagerten Chitinfortsatzes auf die Qualität der Empfindung nicht ohne Einfluß ist, ja daß nach dem allerwärts beobachteten Principe der Arbeitstheilung für die verschiedenen Arten von Tastreizen sich nach und nach auch besondere Aufnahmsorgane gebildet haben.

Wie aber zum Behufe einer ausgiebigen Respiration neben dem allgemeinsten Organe dieser Art, der Haut, noch besondere, wir möchten sagen, potenzirte und den jeweiligen Organisationsverhältnissen speciell angepaßte Werkzeuge der Athmung vorkommen, ebenso sehen wir bei allen höheren Thieren und desgleichen auch bei den Insekten die Funktion des Tastsinnes in erhöhtem Grade an gewisse Körperabschnitte gebunden oder lokalisirt, die sonach als die Träger der feineren Tastorgane anzusehen und, um sie von diesen zu unterscheiden, am passendsten wohl als Tastapparate bezeichnet werden.

In erster Linie denken wir dabei an die Fühler, die sich ja schon nach ihrer gewöhnlichen äußeren Form als nicht

anderes denn als sehr verlängerte, biegsam gemachte und mit willkürlicher Bewegung versehene Tastborsten präsentiren. Daß aber die Kerfantennen, und wir meinen zunächst die des Kopfes, in der That die wichtigsten Tastvorrichtungen sind, das lernen wir theils durch die Beobachtung ihres Gebrauches, theils ersehen wir es aus dem Reichthum von feineren Tastwerkzeugen, womit sie ausgestattet sind.

Es wäre indeß weit gefehlt zu glauben, daß die Kerfsühler bloß Tastwerkzeuge und pantomimische Glieder etwa im Sinne unserer Finger wären, daß sie also mit andern Worten nur zum Betasten von festen oder tropfbarflüssigen Medien dienten. Sie sind, und dies oft ausschließlich, vielmehr Lufttaster, oder Luftwedel, womit ihre Besitzer über verschiedene Zustände des gasförmigen Mediums, dem sie ja recht eigentlich angehören, Erkundigungen einziehen. Daß aber die durch diese aeroskopischen Organe vermittelten Empfindungen von sehr verschiedener Art sind, das beweist schon der Umstand, daß sie häufig mit mehreren Gattungen von Tastorganen versehen sind, wie denn Leydig z. B. mindestens viererlei Kategorien und darunter auch solche unterschied, welche, da sie von den strenge so zu nennenden Tastborsten überragt werden, unmöglich zum Befühlen von festen Objekten dienen können. —

Hier sollten wir wohl auch einer seltsamen Gewohnheit gewisser Kerfe gedenken, da sie uns den angestellten Vergleich ihrer Antennen mit unsern Fingern noch anschaulicher macht. Verschiedene Insekten mit langen Fühlern, namentlich die Geradflügler, ziehen von Zeit zu Zeit mit den Vorderbeinen diese Gliedmaßen gegen den Mund und lassen sie nun, wie einen Draht, zwischen der Kinnbackenzange hindurchlaufen. Solches geschieht, wie leicht zu beobachten, nicht bloß zum Zwecke der Reinigung, sondern häufig wenigstens, so scheint es, lediglich zum Zeitvertreib oder aus langer Weile, und die

Erscheinung ist also sicherlich eine ganz analoge wie die bekannte Gewohnheit der Kinder, ihre Finger in den Mund zu stecken, oder wie die auch von Erwachsenen kultivirte Unart des Nägelkauens.

Tastapparate von mehr einseitiger Natur sind dagegen die sogenannten Freßpalpen, welche man, um ihre Bestimmung kurz auszudrücken, am Besten als Mundtaster bezeichnet. Sie erfüllen als solche aber nicht bloß die Aufgabe unserer Lippen und z. Th. auch der Zunge, sondern zugleich als willkürlich bewegliche und zum Greifen eingerichtete Werkzeuge, die der Finger, indem sie jeden Bissen, bevor er zwischen die Zähne oder überhaupt in den Mund genommen wird, von allen Seiten betupfen, betasten und auf seine oberflächliche Beschaffenheit prüfen. Und hiezu sind sie auch vortrefflich organisirt. Das meist stark verbreiterte Endglied bildet mit seiner weichen nachgiebigen Tastfläche wie an unseren Fingerspitzen einen elastischen Polster, in dem zahlreiche kölbchenartige Chitinzapfen (Fig. 164 a) eingepflanzt sind. Und so wie die gegliederten Chitinröhren der Antennen nur die Hülsen oder Scheiden des dicken, sie durchziehenden Nervs darstellen, so sehen wir auch hier, z. B. an einem feinen Längsschnitt durch das beilartige Endglied einer Werrenpalpe, ihr Inneres fast ausschließlich mit feinen Nervenfasern erfüllt, welche, wie die Sehfasern des Facettaúges, radienförmig zu den einzelnen Tastkölbchen ausstrahlen.

Fig. 164.
Palpe einer Maikäferlarve nach Leydig. a Tastborsten, b, b' auffallende Chitinbecher, c, c' sehr dünne nervenreiche Hautstellen, d Nerven, tr Tracheen.

Zu diesen separaten Tastgliedern der Mundregion gesellen sich dann noch zahlreiche, mehr zerstreut liegende Organe dieser Art, wie wir denn unter anderm fast an sämmtlichen weichern Theilen des Mundes einen mehr oder weniger dichten Besatz von Tastborsten antreffen. Besonders zahlreich sind diese aber an der Spitze der rüsselartigen Mundwerkzeuge und speciell an der Saugscheibe der Zweiflügler, die, wie Fig. 165 zeigt, von einem ganzen Kranze feiner Tastborsten umsäumt ist, während auf der Fläche selbst wieder eine besondere Art solcher Gebilde vorkommt.

Sowie die Kieferpalpen bei der Kontrolirung der Nahrungsaufnahme zu thun haben, so werden die Tarsen der Beine als Tastapparate im Dienste des Ortswechsels verwendet, indem sie das Thier, von anderen Nebenleistungen abgesehen, über die Beschaffenheit des zu beschreitenden Mediums unterrichten. Und wer weiß nicht, daß die Fußspitzen resp. Sohlen der Kerfe namentlich gegen Erschütterungen ihrer Unterlage ungemein empfindlich sind? So erklärt es sich auch, daß oft bei der geringsten Berührung eines Strauches, auf dem Insekten leben, dieselben sofort unruhig werden, und, wenn sie nicht durch Fliegen oder Springen der drohenden Gefahr auszuweichen vermögen, sich sofort unvermerkt auf den Boden fallen lassen.

Die feineren Organe aber, welche diese Tastempfindungen vermitteln, sind im wesentlichen wieder dieselben wie an den Luft-, Mund- und Aftertastern, und müssen wir noch extra konstatiren, daß Leydig in allen diesen sensibeln Gliedmaßen, und hierher zählen auch die Flügel und Schwingkolben, die nämlichen stiftartigen Nervenenden wie an den sogenannten Heuschreckenohren wahrnahm, eine Erscheinung, die darauf hinzuweisen scheint, daß die erwähnten akustischen Werkzeuge nichts Anderes als specifische, für die

Perception von regelmäßigen Luftoscillationen angepaßte Tastapparate sind. —

Geruchsorgane.

Keine Beobachtung läßt sich leichter machen, als daß sich viele Insekten eines sehr feinen und ausgebildeten Riechvermögens erfreuen, und daß sie namentlich gewisse Stoffe, welche für ihr Dasein besonders wichtig sind, schon aus einer Entfernung wittern, bei der unser eigenes allerdings sehr vernachlässigtes Geruchsorgan nicht das mindeste wahrnimmt.

Wir erinnern zunächst an die Aasfresser. Wenn man an einem noch so verborgenen Orte seines Gartens ein faulendes Stück Fleisch unterbringt, so kann man sicher sein, daß es gewisse Insekten, welche auf derlei Dinge passionirt sind, bald ausgeschnüffelt haben. Ist dies doch eine beliebte Methode, um einer Menge von Kerfen habhaft zu werden, die sich sonst selten blicken lassen. Auch unsere Küchenschaben müssen eine gute Nase haben; denn sie wissen die verstecktesten Leckerbissen ausfindig zu machen. Von gewissen Ameisen, welche Sklaven halten, ist es ferner bekannt, daß sie, gleich Hunden, welche die Spur eines Wildes verfolgen, den Boden beschnüffeln — und es ist auch sehr wahrscheinlich, daß die Ameisen eines Staates ein nicht zuständiges Individuum, das aber derselben Art angehört, an seinem specifischen Geruch erkennen, was ein ganz analoger Fall ist, wie der, daß manche tropische Wespen die mit einer starken Ausdünstung behafteten Eingebornen mit ihren Stichen verschonen, während sie Europäer nicht ungestraft reizen dürfen.

Auch die meisten blutsaugenden Kerfe, wie gewisse Wanzen, Läuse und Zweiflügler werden offenbar durch die Ausdünstung ihrer Opfer angezogen. —

Geradezu staunenswerth ist das Witterungsvermögen

mancher Schmetterlingsmännchen. Es kommt nämlich vor, daß solche mit äußerster Zudringlichkeit ein völlig verschlossenes Gartenhaus oder einen Käfig umflattern, worinnen ein Weibchen versperrt ist, nach dem es sie gelüstet, und von dem sie offenbar nur mit Hilfe ihrer Nase Kunde erhalten können.

Nicht minder hoch entwickelt ist auch das Riechvermögen jener Kerfe, welche stark gewürzte Blumensäfte saugen. So wissen wir von der Biene, daß sie durch den Geruch von Honig oder künstlichen Zuckersorten angelockt wird, und müssen wir auch annehmen, daß sie bei ihrer Feldarbeit weniger durch das Auge als durch die feine Nase zu den geeigneten Honigquellen hingeleitet wird.

Angesichts dieser Thatsachen ist es gewiß sehr befremdend, daß lange Zeit hindurch Niemand über das Organ des Geruches etwas Gescheidtes zu sagen wußte. Allerdings hatten Kirby und Andere die Ueberzeugung ausgesprochen, daß die Kerfnase eine ähnliche Lage wie bei uns haben müsse, und bezeichnete man eine dünnhäutige Einstülpung über der Oberlippe geradezu als Rhinarium, als Nasenhaut; es fehlte aber, von andern Umständen abgesehen, der unerläßliche Nachweis geeigneter Nervenendigungen.

Von der ganz richtigen Ansicht ausgehend, daß die riechenden Stoffe die Riechnervenendigungen meist nur dann afficiren, wenn die Luft, d. i. der Träger derselben, in Bewegung ist und an der Nase vorübergleitet, was bei uns beim Einathmen geschieht, meinte Burmeister, daß bei den Kerfen solches nur an den Tracheen möglich sei, und daß also bei der weiten Verbreitung dieser Luftröhren gewissermaßen der ganze Körper eine einzige große Nase vorstelle. Doch auch dieser Anschauung gebrach es am Nachweis der geeigneten Riechzellen, abgesehen davon, daß, wenn die Gerüche von allen Seiten in den Körper eindrängen, die nöthige Orientirung bei der Aufsuchung der Riechquelle

Stoffe irgend eine Empfindlichkeit an den Tag legen, würde man dieses Mährchen bis auf heute geglaubt haben, wenn nicht Dr. Wolf in dem schon erwähnten Werke über das Riechorgan der Biene den Leuten die Augen geöffnet hätte.

Nach den Untersuchungen dieses Forschers scheint es nunmehr ausgemacht, daß die Kerfe eine eigene Nase haben, und zwar eine Nase, die sich mit der unserigen auch hinsichtlich der Lage messen kann. Um es kurz zu sagen, so ist die betreffende Riechhaut eine besonders differencirte Stelle der weichen Membran, welche sich vom Gaumen zur Oberlippe hinzieht. An der oberen Schlundwand (vgl. Fig. 88* S. 134) unmittelbar vor dem Uebergang der weit ausdehnbaren Mundhöhle in das enge Schlundrohr sieht man bei der Biene eine ungefähr herzförmige, seitwärts in die Wangenhaut übergehende Platte (Fig. 164 A gs), welche längs ihrer Mitte von einem Wulst, gleichsam einer

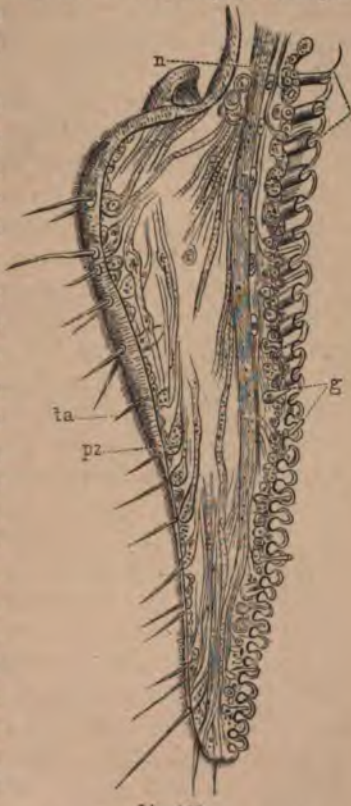


Fig. 165.
Stark vergrößerter Längsschnitt durch die Saugscheibe einer Schwebfliege (Helophilus).
r „Saugrinnen", n dicker Nervenstamm, von dem Fasern zu den zwischen den Saugkanälen stehenden Hautanhängen (g) und zu den Tastborsten (ta) ausgehen. pz terminale Ganglienzellen.

freilich sehr unvollständigen Scheidewand durchzogen wird, und welche Duplikatur nach Art eines Gaumensegels (Fig. 88* gs) in die Mundhöhle herabhängt. Beiderseits dieses Wulstes erscheint nun die zierlich getäfelte Chitinhaut mit einer großen Anzahl winziger Borsten besetzt, die gleich den gewöhnlichen Haaren aus der Tiefe einer kraterartigen Chitinerhebung hervorsprossen (Fig. 164 B und C). Dies sind die den Riechstäbchen zu vergleichenden Endigungen des betreffenden Nerven. Letzterer (Figur 88* rn) entspringt als ein ziemlich dicker Strang im oberen Schlundganglion, begibt sich dann längs der oberen Schlundwand nach vorne, spaltet sich am Grunde der Riechplatte in zwei Aeste, welche sich nun auf beiden Seiten des Gaumensegels baumartig in feinere, zu den einzelnen Riechhaaren hintretende Zweige auflösen. Eine Eigenheit dieser Endfasern des Riechnervs ist die, daß sie schon in beträchtlicher Entfernung von ihrem Ende eine gangliöse Anschwellung bilden und dann unmittelbar am Grunde der Riechborste ein weiteres und zwar durch eine halsförmige Einschnürung in zwei Abtheilungen zerfallendes also bisquitförmiges Ganglion formiren. Letzteres zieht sich dann in einen feinen Haarfortsatz aus, der im Innern der Chitinborste dem Auge entschwindet (Fig. 164 C).

Wichtig für die Beglaubigung dieser neu entdeckten Kerfnase ist selbstredend der Umstaud, daß sie an einem Orte liegt, wo die mit den Riechstoffen geschwängerte Luft, sobald sich der Schlund erweitert, nothwendig vorüberstreichen muß. Inwiefern aber die respiratorischen Bewegungen der den Schlund umlagernden Luftbehälter mittelbar auch die Einziehung der Luft in den Schlund beeinflussen, ist uns noch nicht recht klar geworden. Wichtiger dünkt uns der gleichfalls von Wolf gelieferte Nachweis von der Gegenwart einer umfangreichen flaschenförmigen Drüse (Fig. 88* ksp) mit ihrem ganz specifischen schleimigen Sekret, welches durch

eine schmale Spalte am Grunde der Oberkiefer entleert wird und die Nasenhaut fortwährend feucht erhält.

Schließlich ist gewiß auch der Umstand für unsere Angelegenheit von großem Belang, daß unter allen honigsaugenden Aderflüglern gerade bei der domesticirten Biene, welche unzweifelhaft den allerfeinsten Geruch hat, auch die Riechhaut, namentlich in Bezug auf die Zahl und Feinheit der einzelnen Erdorgane weitaus am vollkommensten entwickelt ist.

Geschmacksorgane.

Daß manche Kerfe ein weitgehendes Unterscheidungsvermögen für schmeckende Stoffe haben, wird schwerlich Jemand leugnen wollen. Denn wie wäre es sonst zu erklären, daß z. B. viele monophage Raupen lieber Hungers sterben, bevor sie ein Kraut fressen möchten, an das ihr Gaumen nicht gewöhnt ist. Und wenn es gleich wahrscheinlich ist, daß, wie bei uns selbst, in vielen Fällen die Nase an die Stelle des Schmeckorganes tritt, so gibt es doch wohl eine Reihe von Stoffen, über deren chemische Qualität die letztere keinerlei Auskunft gibt. Aber was weiß man nun vom Geschmacksorgan der Kerfe? Obwohl dasselbe seiner ganzen Natur und Bestimmung halber nur im Munde gesucht werden kann und also sicherlich nicht so schwer zu entdecken wäre, so fand man es bisher doch nicht der Mühe werth, eines, wie man zu sagen pflegt, so untergeordneten Organes wegen ernstliche Nachforschungen anzustellen. Bei dem Umstande freilich, daß die Eruirung der specifischen Schmeckorgane selbst beim Menschen mit großen Schwierigkeiten verbunden war, darf man allerdings bei den Kerfen nicht viel erwarten.

Indessen muß es doch als ein Fortschritt begrüßt werden, daß uns Wolf wenigstens bei der Biene auf eine Stelle an der Zungenwurzel aufmerksam machte, die (vgl. Fig. 88* g)

zum Schmecken wie geschaffen scheint. Abgesehen davon, daß an dieser Stelle der in der hohlen Zunge aufsteigende Honig in die äußere Rüsselhöhle sich ergießt, bemerkt man hier zwei Gruppen von feinen Poren oder Vertiefungen, an welche die feinen Fasern eines eigenen Nervs herantreten, während unmittelbar hinter ihr die langen Ausführungsgänge einer besonderen Drüse sich öffnen.

Gestützt auf ähnliche anatomische Befunde hatten wir selbst schon früher bei den kauenden Insekten den sogenannten Hypopharynx, d. h. den fleischigen von der Unterlippe gegen den Schlund sich hinziehenden Wulst (Fig. 87 p. 131 zu) für die eigentliche Zunge angesprochen. Auch hier fanden wir nämlich zwei vom untern Schlundganglion abgehende Nerven, die an besonderen, hier aber papillenartigen Chitingebilden zur Endigung gelangen.

IX. Kapitel.

Verdauungsapparat.

Wer möchte es den Insekten, diesen schon vermöge ihrer leiblichen Konstitution zu ununterbrochener Thätigkeit und Arbeit angehaltenen Kreaturen verdenken, daß sie stets bei gutem Appetit sind, daß sie fortwährend das lebhafteste Bedürfniß empfinden, die durch ihre Kraftanstrengungen verbrauchten Stoffe durch neue zu ersetzen und die Gewebe ihres abgehetzten Körpers zu rehabilitiren? Wie kommt es aber, wird man dennoch fragen, daß im ganzen so minutiöse Geschöpfe häufig so unverhältnißmäßig große Quantitäten von Nahrungsstoffen consumiren?

Abgesehen davon, daß viele Substanzen, welche die Kerfe

aus Passion oder in Ermanglung von etwas Besserem genießen, wie z. B. das Holz, das die Borkenkäfer, oder die Wolle, welche die Motten verspeisen, einen nur verschwindend kleinen Nährwerth haben, dürfen wir zunächst nicht vergessen, daß bei vielen dieser armen Schlucker das Essen an und für sich schon ein schweres Stück Arbeit ist und ihnen sozusagen der Appetit während oder richtiger in Folge ihres Mahlzeitens kommen muß. — Die Kerfe bedürfen aber der reichlichen Nahrung nicht bloß, um die laufenden Bedürfnisse zu decken, sie haben, wenigstens während der größeren Periode ihres Lebens, einerseits für ihr eigenes Wachsthum und andererseits für die zu erzeugende Nachkommenschaft die nöthigen Mittel aufzutreiben, und speciell von den noch unentwickelten Insekten, den Larven, können wir geradezu sagen, daß es ihre einzige und ausschließliche Lebensaufgabe ist, sich für den künftigen Zustand des geschlechtsreifen und zeugenden Wesens zu mästen und das todte Protoplasma in lebendiges umzuwandeln. Auch gibt es bekanntlich der Fälle genug, wo, nachdem die Larven ihrer wenig ruhmvollen Pflicht getreulich nachgekommen, die von dem aufgehäuften Vorrath zehrenden Wesen sich, wie z. B. die Eintagsfliegen und manche Blattläuse, dieser gemeinen Verrichtungen entweder ganz entschlagen oder, wie manche Falter, doch nicht mehr zu sich nehmen, als zur Erledigung ihrer weiteren Obliegenheiten unbedingt erforderlich ist.

Ja noch mehr. Die Männchen einiger Insekten, wie z. B. gewisser Blattläuse, die, wenn sie in den vollkommenen Zustand eingetreten und ihrer Gattenpflicht nachgekommen sind, weiter nichts mehr auf der Welt zu schaffen haben, verlieren bei ihrer letzten Umwandlung den Verdauungsapparat ganz und gar, und erinnern so an die gleichfalls zu beständiger Abstinenz verurtheilten Räderthiermännchen.

Es ist gewiß eine bemerkenswerthe Thatsache, daß bei den verschiedenartigsten höhern und niedern Thieren, welche in Bezug auf ihr Aeußeres und häufig selbst hinsichtlich der inneren Einrichtung nicht das Mindeste miteinander gemein haben, doch ein wo nicht der Entstehung so doch dem Bau und noch mehr der Bestimmung nach gleichartiges Organ vorhanden und daß dieses gerade das Werkzeug der Verdauung, oder der Darm ist.

Aber wie, wird man uns antworten, könnte dieses auch anders geartet sein als es eben ist, welche bessere und praktischere Einrichtung könnte das mitten durch die Leibeshöhle durchziehende und von einem zum andern Körperpol sich erstreckende Rohr ersetzen, durch das die Nahrung aufgenommen, durch das sie dann, aber doch als etwas vom lebendigen Körper Abgesondertes und Fremdes, mitten in ihn hineinversetzt und behufs der gehörigen Zubereitung dort festgehalten, und nachdem das Brauchbare angeeignet ist, wieder am andern Ende aus demselben ausgestoßen wird?

Noch lehrreicher aber ist es für den auf das Besondere achtenden Forscher wahrzunehmen, wie neben einer solchen „Katholicität" der gesammten Verdauungs- und Assimilationsweise im Einzelnen dennoch die allergrößte Mannigfaltigkeit möglich sei. Letztere zeigt sich aber nirgends anschaulicher als in der unermeßlichen Klasse der Insekten; denn wo hätte man eine größere Verschiedenheit der in den Darm eingeführten Nährsubstanzen zu verzeichnen und wo also auch schon von vorneherein eine größere Fülle von specifischen Einrichtungen zu deren mechanischen und chemischen Zubereitung vorauszusetzen? Indem wir aber dem Leser das unumwundene Geständniß unserer Unwissenheit über die physiologische Bedeutung der meisten dieser morphologischen Besonderheiten des Kerfdarmes ablegen, wird er um so lieber auf eine ausführliche Beschreibung derselben Verzicht leisten.

Wie bei anderen Thieren hat man auch am Verdauungsapparat der Kerfe Zweierlei zu unterscheiden, nämlich einmal das Hauptrohr, den eigentlichen Darm, und dann die als mehr oder minder separirte Hilfsorgane beigegebenen Anhänge oder Drüsen.

Was vorerst den Darmschlauch betrifft, so läßt er meistens schon äußerlich die bekannte Abtheilung oder Gliederung in den sogenannten Mund-, (Fig. 166 da), Mittel- (ab) und Enddarm (bc) hervortreten. Der Munddarm oder das sogenannte Speiserohr, bei nüchtern lebenden und namentlich bei saugenden Kerfen einen meist sehr dünnen, einfachen Schlauch bildend, bläht sich bei Insekten, welche eine derbe, sei es nun animalische oder pflanzliche Kost in größeren Quantitäten zu sich nehmen, in seinem Hintertheil zu einem oft die ganze Brusthöhle einnehmenden Sacke oder Kropf (Figur 169 Kr) auf, der, wie wir hören werden, nicht bloß eine Art Futterreservoir oder Wanst, sondern in vielen Fällen zugleich die Retorte vorstellt, in welcher sein Inhalt abgekocht wird. Die vornehmste Bestimmung des Schlundkanals bleibt aber doch immer die Einfuhr der Nahrung, also die mechanische Thätigkeit des Schluckens, und dem entsprechend werden wir auch seine Wandungen gebildet finden. Die Hauptsache sind (Figur 167) zwei dicke Muskellagen, wovon die Fasern der äußeren (a), selbst wieder aus mehreren mantelartigen Schichten bestehend, das Speiserohr ringförmig umspannen, während die des inneren Stratums aus längslaufenden und häufig in mehrere Bündel vertheilten Fibern b sich aufbaut. Die rythmische Thätigkeit dieser Schlundmuskulatur, d. h. seine abwechselnde Kontraktion und Erschlaffung läßt sich am schönsten an durchsichtigen Larven unter dem Mikroskop beobachten.

Die innerste Auskleidung des Munddarms, die sog. Intima, ist gleich der Muskellage selbst nichts anders als eine Ein-

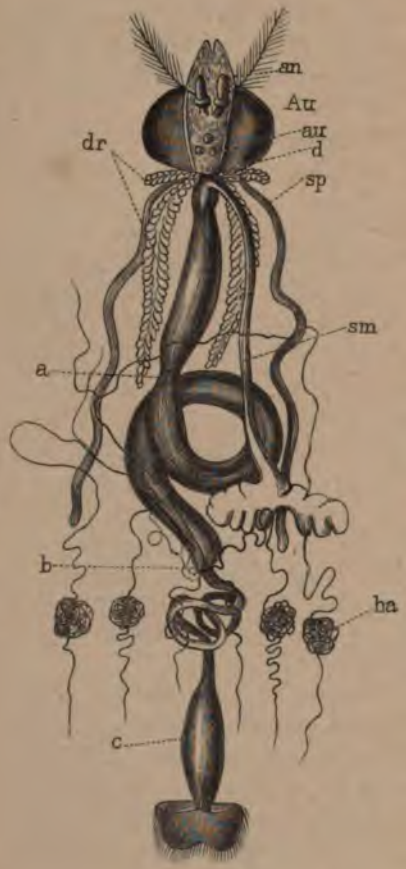


Fig. 166.
Verdauungsapparat einer Schwebfliege (Volucella zonaria) nach L. Dufour. dr traubige Munddarmdrüsen, sp Speichelorgane, sm Saugmagen, b Einmündung der 4 Malpighi'schen Röhren (ha), c Dickdarm.

stülpung der äußeren chitinisirten Körperhaut, deren dünnzellige Mutterschicht in der Figur nicht angedeutet ist.

Aber wie praktisch erweist sich auch hier wieder diese Chitinlage und wie vortrefflich lassen sich speciell ihre Rauhigkeiten gebrauchen und verwerthen. Wir machen diesbezüglich den Leser zunächst auf das kurze Speiserohr gewisser im Wasser lebender Fliegenmaden aufmerksam. Hier wird der mit ganzen Stachelkränzen bewaffnete Chitinschlauch geradezu zu einer Fischreuse, oder einem Fangkorb, aus dem es für die einmal hineingerathenen kleinen Thiere kein Entrinnen gibt.

Noch interessanter ist aber die folgende Anpassung.

Der Leser kennt den aus zwei wie Mühlsteine sich gegeneinanderreibenden Platten bestehenden Kaumagen der Vögel, womit sie die härtesten Samenkörner zu Bräu zermalmen. Ein völlig analoges Organ besitzen nun auch die meisten Raubinsekten, wie z. B. die Caraben, die Schwimmkäfer, die

Fig. 167.
Querschnitt durch die Speiseröhre des Kiefernprachtkäfers. c dicke Chitinhaut, b Längs-, a Ringmuskellage, d äußere Hüllmembran. (Peritoneum.)

Fig. 168.
Dasselbe vom Mitteldarm. a Chitinhaut (sehr zart und abgehoben), b dicke Zellschichte (Epithel), c dünne Muskellage, e Drüsenanhänge, g zelliger, continuirlich in die äußere Hüllmembran übergehender Fettkörper, h Tracheen.

Skorpionsfliegen, manche Ameisen und dann außer den Laub- und Grabheuschrecken auch viele xylophage Insekten, wie z. B. die Borkenkäfer. Es ist dies, freilich in einer Nuß, die seltsamste Mühle, die man sich vorstellen kann. Aeußerlich erscheint sie als eine oft ganz unansehnliche kugelförmige Auftreibung unmittelbar hinter dem Speisesack (Fig. 59 b, 169 km). Eigentlich ist sie aber nichts Anderes, als ein dicker, hohler Muskel, ausgekleidet von einer derben Chitinhaut, welche inwendig oft mit tausenden von Zähnen, Stacheln und anderen spitzen oder schneidenden Werkzeugen bewaffnet ist.

Fig. 169.
Längsschnitt einer Laubheuschrecke (vergl. pag. 102). schr Schlundröhre, kr Kropf, km Kaumagen, le Leber, ed Enddarm.

Meist sind diese Chitingebilde schön in Reih und Glied gestellt, und der Hohlraum des Ganzen zeigt am Querschnitt eine rosettenartige Figur, also den nämlichen radiären Typus, wie wir ihn z. B. an dem höchst komplicirten Kauapparat der Seeigel antreffen.

Wenn wir annehmen, daß, gleich wie bei uns, die Darmbewegungen der Kerfe nicht willkürlich, sondern automatisch

Fig. 170.
Längsschnitt einer Meloë. sch Schlund, kl Klappe vor dem kolossalen Mitteldarm (mD), eD, End- oder Mastdarm. g Geschlechtsöffnung.

geschehen, so könnte man die glücklichen Besitzer dieser internen Häckselmaschinen unfreiwillige Wiederkäuer nennen.

Wichtig ist der starke Schließmuskel oder Pförtner des Kaumagens, der von dessen Inhalt nicht eher etwas in den Mitteldarm übertreten läßt, bevor es nicht gehörig zerkleinert und zugleich für die überaus zarten Wandungen desselben unschädlich gemacht ist.

Noch mehr als die kauenden können sich aber die meisten saugenden Insekten mit einer Einrichtung brüsten, der sich bei anderen Thiergruppen nichts Aehnliches an die Seite stellen läßt. Es ist der sogenannte Saugmagen, der bei vielen Kerfen

z. B. den Aderflüglern mit dem Speisesack oder Kropf identisch ist, in seiner ausgeprägtesten Form aber, wie wir ihn hier vor Augen haben, als ein vom übrigen Speiserohr ganz und gar abgesondertes und nur mit einem langen dünnen Kanal damit verbundenes Behältniß (Fig. 166 s m) sich darstellt. Durch künstliche Fütterung mit einer gefärbten zuckerigen Flüssigkeit kann man sich bequem überzeugen, daß dieser „gestielte Saugmagen" wirklich nichts Anderes als ein vom übrigen Darm abgeschnürter Speisehälter ist. Zusehends füllt er sich mehr und mehr mit dem pigmentirten Fluidum und dehnt sich oft zu einer den halben Hinterleib einnehmenden Blase aus.

Die irrthümliche Ansicht, daß dieser Kropf das eigentliche Saugorgan wäre, haben wir schon früher dahin rectificirt, daß als solches die erweiterte Schlundpartie im Kopfe (Fig. 93) zu betrachten sei; mit dem Mechanismus des Saugmagens verhält es sich aber so. Ober- und unterhalb der Ansatzstelle des Saugmagenstieles besitzt das Darmrohr einen ringförmigen Schließmuskel, von welchen Muskeln aber bisher nur der untere bekannt war. Der Saugmagen selbst hat hingegen nur ganz zarte zu einem lockeren Gitter verwebte Muskelfasern, die, ähnlich wie an unserem Magen, den Beutel in schraubenartigen Zügen umspannen. Im nüchternen Zustand ist derselbe (Fig. 166) in zahlreiche Falten gelegt. Der Hergang bei der Flüssigkeitsaufnahme spricht sich nun von selbst aus. Beginnt die Fliege zu saugen, so schließt sich der hintere scheibenartige Sphinkter, und die eingenommene Flüssigkeit hat keinen andern Ausweg als in den Saugmagen, der sich allgemach voll füllt.

Nun kommt es aber darauf an, das in größerer Quantität hier angesammelte Nährmaterial nach und nach wieder in den eigentlichen Darm überzuführen.

Das geschieht durch eine entsprechende Zusammenschnürung der Saugmagenmuskeln, wobei, damit die heraufgewürgte Flüssigkeit nicht wieder in den Mund zurück gelange, der vordere Schließmuskel den Zugang von dieser Seite abschließt, während dieselbe durch den inzwischen geöffneten hintern Sphinkter, den eigentlichen Pförtner, in das verdauende Cavum eintritt. Jedenfalls ist also der gestielte Fliegenkropf, und bei den Faltern ist es wohl nicht anders, eher einer Druck- als einer Saugpumpe zu vergleichen.

Die Strecke, welche man als Mitteldarm bezeichnet, läßt sich, wo keine äußere Abtheilung ersichtlich, am zuverlässigsten aus der feineren Struktur erkennen. Das Verhältniß gegenüber dem Munddarm (Fig. 167) ist gerade umgekehrt. Entsprechend der vorwiegend chemischen Thätigkeit dieses Abschnittes ist nämlich die dort kaum angedeutete Epithellage (Fig. 168 b) aus langen drüsenartigen Schlauchzellen gebildet, während die stark reducirte, oft nur schleierartige Muskelschichte (c) zwar kräftig genug ist, die nöthigen peristaltischen Bewegungen zu vollführen, aber auch locker genug, um dem durch die Darmwandungen durchsickernden Chymus kein Hinderniß zu bereiten. Die innere Chitinhaut verschwindet dagegen entweder ganz oder verdünnt sich zu einem feinen porösen Ueberzug der Epithelschichte.

Mit dem tausendfältigen Detail der speciellen Beschaffenheit dieses Darmabschnittes können wir uns aber unmöglich aufhalten: genug, daß seine Länge, resp. die Größe der theils drüsigen, theils resorbirenden Oberfläche auch bei den Kerfen einen Schluß auf den Nährwerth des eingenommenen Futters erlaubt, indem z. B. beim pflanzenfressenden Maikäfer dieser Trakt wenigstens fünfmal so lang als der ganze Körper und also vielfach gewunden ist, während er bei einem fleischfressenden Laufkäfer ein beinahe gerades Rohr darstellt. Des größten Darms resp. Magens, den irgend ein Kerf besitzt,

darf sich wohl die Meloë (Fig. 170) rühmen. Daß es aber auch Ausnahmen von der Regel gibt, sieht der Leser am fleischfressenden Schwimmkäfer in Fig. 59, dessen dünne Gedärme (c) nicht minder weitläufig und verwickelt sind wie bei den exclusivsten Vegetarianern.

Die Gemeinsamkeit des Darmbaues bei den höheren Thieren und den Insekten, wie wir sie eingangs betonten, geht aber doch niemals soweit, wie es sich die älteren Entomologen einbildeten, welche außer dem Speiserohr einen besonderen Magen-, Zwölffinger-, Dünn-, Dick- und Mastdarm auch bei den meisten Insekten annahmen und beschrieben, und machen wir den Leser schon jetzt darauf aufmerksam, daß den meisten Kerfen ein dem drüsenreichen Wirbelthiermagen vergleichbares Organ völlig zu mangeln scheint.

So wie die beiden vorhergehenden Darmstrecken ist auch die letzte oder der Enddarm am besten durch ihrem histologischen Bau charakterisirt, der, weil es sich hier hauptsächlich um eine mechanische Arbeit, d. i. um die Entleerung der Verdauungsrückstände handelt, fast ganz und gar mit dem des Munddarmes übereinstimmt, also nebst der starken namentlich am Mastdarm überaus kräftig entwickelten Muskulatur durch das Zurücktreten des Epithels und die Derbheit, Rauhigkeit und Faltung der chitinösen Ausfütterung sich kennzeichnet.

Ein ganz specifisches und sehr sehenswerthes Kerforgan ist die kugel- oder keulenartige Auftreibung am Mastdarm. Aeußerlich erinnert sie durch ihre meridional verlaufenden Einkerbungen an den zuckermelonenförmigen Kaumagen. Der Umstand, daß die inneren radiär gestellten Vorsprünge dieses Abschnittes aber häufig eine ähnliche Blätterung und einen gleichen Reichthum an Tracheen, wie die Darmkiemen der Libellenlarven zeigen, veranlaßte Leydig, sie für

rückgebildete Respirationsorgane zu erklären. Allein abgesehen davon, daß diese Organe vorwiegend nur bei den ausgebildeten Land-Insekten hervortreten, während man sie nach Leydigs Hypothese gerade bei den im Wasser lebenden Larven erwarten sollte, verräth nach den neuesten Untersuchungen von Kohn ihr Bau doch mehr einen drüsenartigen Charakter. Im übrigen freilich hat auch diese anspruchsvolle Arbeit unsere Erkenntniß betreffs dieser räthselhaften Gebilde wenig gefördert.

Genau dasselbe Princip der Sonderung und Arbeitstheilung, wie wir es in Bezug auf die Bildung des Gesammtkörpers und insbesondere des ursprünglich mit der Athmung betrauten Hautrohres wirksam fanden, wiederholt sich auch an dessen vornehmsten inneren Einstülpung oder dem Darmschlauche. Auch hier ist die Oberfläche der einfachen glatten Darmwand bei einem einigermaßen lebhaften Stoffwechsel viel zu klein, um die zur Chymificirung der Nahrung erforderlichen Stoffe zu liefern, und sie sucht sich daher theils durch einfache Faltungen, theils durch umfangreichere und vielfach zertheilte Ausstülpungen den bestehenden Bedingungen anzupassen. Damit ist zugleich der große Vortheil verknüpft, einmal, daß diese vom Darm sowohl als auch untereinander abgesonderten Drüsen von den rein mechanischen Arbeiten des ersteren sich emancipiren und dann, daß die von ihnen producirten Sekrete zur rechten Zeit und auch am rechten Orte dem Darminhalte beigemengt werden können.

Ein ganz eigenes Verhältniß, das man aber, seltsam genug, bei keinem neueren Schriftsteller mehr ausgesprochen findet, muß jedem intensivern Beobachter, der die einzelnen Theile eines lebendigen Ganzen in ihrer gegenseitigen Beziehung zu erkennen strebt, betreffs der erwähnten Drüsen gerade bei

[illegible] sich auch die Meloë (Fig. 170) rühmen. Daß es aber auch Ausnahmen von der Regel gibt, sieht der Leser an [illegible] Schwimmkäfer in Fig. 59, dessen dünne [illegible] nicht minder weitläufig und verwickelt sind wie bei den [illegible] Vegetarianern.

Die Gemeinsamkeit des Darmbaues bei den höheren Thieren und den Insekten, wie wir sie eingangs betonten, gibt aber doch niemals soweit, wie es sich die älteren Entomologen einbildeten, welche außer dem Speiserohr einen besonderen Magen-, Zwölffinger-, Dünn-, Dick- und Mastdarm auch bei den meisten Insekten annahmen und beschrieben, und machten wir den Leser schon jetzt darauf aufmerksam, daß bei manchen Kerfen ein dem drüsenreichen Wirbelthiermagen entsprechendes Organ völlig zu mangeln scheint.

So wie die beiden vorhergehenden Darmstrecken ist auch die letzte oder der Enddarm am besten durch ihrem hüllenartigen Bau charakterisirt, der, weil es sich hier hauptsächlich um eine mechanische Arbeit, d. i. um die Entleerung der Verdauungsrückstände handelt, fast ganz und gar mit dem des Mastdarmes übereinstimmt, also nebst der starken namentlich am Mastdarm überaus kräftig entwickelten Muskulatur durch das Zurücktreten des Epithels und die Derbheit, Rauhigkeit und Faltung der chitinösen Ausfütterung sich kennzeichnet.

Ein ganz specifisches und sehr sehenswerthes Kerforgan ist die kugel- oder keulenartige Auftreibung am Mastdarm. Neuerlich erinnert sie durch ihre meridional verlaufenden Einkerbungen an den zuckermelonenförmigen Kaumagen. Der Umstand, daß die inneren radiär gestellten Vorsprünge dieses Abschnittes aber häufig eine ähnliche Blätterung und einen gleichen Reichthum an Tracheen, wie die Darmkiemen der Libellenlarven zeigen, veranlaßte Leydig, sie für

rückgebildete Respirationsorgane zu erklären. Allein abgesehen davon, daß diese Organe vorwiegend nur bei den ausgebildeten Land-Insekten hervortreten, während man sie nach Leydigs Hypothese gerade bei den im Wasser lebenden Larven erwarten sollte, verräth nach den neuesten Untersuchungen von Kohn ihr Bau doch mehr einen drüsenartigen Charakter. Im übrigen freilich hat auch diese anspruchsvolle Arbeit unsere Erkenntniß betreffs dieser räthselhaften Gebilde wenig gefördert.

Genau dasselbe Princip der Sonderung und Arbeitstheilung, wie wir es in Bezug auf die Bildung des Gesammtkörpers und insbesondere des ursprünglich mit der Athmung betrauten Hautrohres wirksam fanden, wiederholt sich auch an dessen vornehmsten inneren Einstülpung oder dem Darmschlauche. Auch hier ist die Oberfläche der einfachen glatten Darmwand bei einem einigermaßen lebhaften Stoffwechsel viel zu klein, um die zur Chymificirung der Nahrung erforderlichen Stoffe zu liefern, und sie sucht sich daher theils durch einfache Faltungen, theils durch umfangreichere und vielfach zertheilte Ausstülpungen den bestehenden Bedingungen anzupassen. Damit ist zugleich der große Vortheil verknüpft, einmal, daß diese vom Darm sowohl als auch untereinander abgesonderten Drüsen von den rein mechanischen Arbeiten des ersteren sich emancipiren und dann, daß die von ihnen producirten Sekrete zur rechten Zeit und auch am rechten Orte dem Darminhalte beigemengt werden können.

Ein ganz eigenes Verhältniß, das man aber, seltsam genug, bei keinem neueren Schriftsteller mehr ausgesprochen findet, muß jedem intensivern Beobachter, der die einzelnen Theile eines lebendigen Ganzen in ihrer gegenseitigen Beziehung zu erkennen strebt, betreffs der erwähnten Drüsen gerade bei

den Insekten sich aufdrängen: Die Lockerheit und Weitschweifigkeit derselben gegenüber der Gedrungenheit und Kompaktheit der Drüsenkörper bei den höheren Thieren.

Die Ursache ist klar. Bei den letztern können sich die secernirenden Zellen und Zellschichten noch so dicht und in noch so großen Massen an und ineinanderfügen, so gebricht es ihnen doch nie an der nöthigen Säftecirculation, da das Blut durch besondere Gefäße mitten in sie hinein- resp. auch wieder heraus befördert wird, währenddem bei den ganz gefäßlosen Insekten, wo alle Binnenorgane im Blute gleichsam schwimmen oder „flötzen", unstreitig diejenigen am besten daran sind, welche eine möglichst große äußere Oberfläche besitzen.

Im übrigen werden wir nun die einzelnen Darmdrüsen sehr kurz abthun.

Jene, welche im Munde oder dessen Nähe ausmünden, pflegt man gewöhnlich sammt und sonders als Speicheldrüsen zu beschreiben. Manche Kerfe scheinen übrigens gar keine solchen zu haben, während andere, namentlich die saugenden, oft mit zwei, drei, ja selbst vier Paaren gesegnet sind, die, wie schon ihr differenter Bau besagt, auch sehr verschiedene Secrete liefern.

So kennen wir unter anderm bei der Biene eine Zungen-, eine Schlund- und eine Oberkieferspeicheldrüse. Erstere scheint für die Verdauung die wichtigste, während die übrigen dabei wohl nur mittelbar betheiligt sind.

Dies schließen wir einmal daraus, daß bei Insekten mit nur Einem Paar solcher Organe, wie z. B. bei den Geradflüglern, dieselben gleichfalls an der Zunge sich öffnen, und im Wesentlichen den gleichen bedeutenden Umfang haben. Die betreffende Drüse, und hier haben wir den schönsten Commentar zu dem vorhin Bemerkten, beschränkt sich nämlich nicht *blos* auf den Kopf oder gar, wie bei höheren Thieren auf eine

bestimmte Stelle desselben, sondern hier liegen nur die mit einer spiralfederartigen Chitinhaut ausgekleideten Ausführungsgänge, sowie, gelegentlich auch, die blasenartigen Speichelbehälter (Fig. 88* zu, sp u. Fig. 87 sp), während die Drüse selbst, d. h. das weitläufige traubenförmige Konglomerat der mehrzelligen Drüsenfollikel in der Brust, ja bei der Werre z. B., zum Theil sogar — im Bauche liegt, eine Situation, die für eine Speichseldrüse gewiß nicht minder komisch ist als die des Schlundspeichelorgans (Fig. 88* sch sp), das, als ein knäuelartig aufgewickelter Schlauch, dem Gehirn auflagert.

Die Unauffindbarkeit eigentlicher Magendrüsen einer- und die relativ ganz kolossale Entwicklung der besagten Speichelorgane andererseits mußte die Frage nahe legen, ob letztere nicht vielleicht, z. Th. wenigstens und unter Umständen, die ersteren ersetzen könnten und ist Basch unter unseres großen Brücke's Anleitung zu dem für die Kerfdarmphysiologie hochwichtigen Resultat gelangt, daß der reichlich in den Munddarm ergossene „Speichel" gewisser Geradflügler, z. B. der Küchenschabe, in der That nicht bloß die Stärke in Textrin resp. Zucker verwandelt, sondern, was sonst nur der Magen kann, auch das Fleischfibrin peptonisirt, und ließ sich die saure Einwirkung dieses Speichelsekretes bis gegen den traditionellen Magen id est Mitteldarm verfolgen.

Bei dem Sachverhalt rechtfertigt es sich auch, daß wir oben den weiten Heuschreckenkropf mit einer Retorte verglichen.

Freunde von sehr absonderlichen Formen erlauben wir uns noch auf die Speicheldrüsen der Wanzen und Läuse aufmerksam zu machen. —

Viel zu sehen und zu denken, aber fast keinerlei positive Aufschlüsse geben uns die Drüsenadnexe des Mitteldarmes; die Zahl, Gestalt und der feinere Bau derselben ist nämlich unendlich variabel, während wir über den Zweck ihrer Se-

krete — und nicht einmal ob sie solche liefern, ist immer gewiß — ganz aufrichtig bekannt auch nicht das Allergeringste wissen.

Einen überaus reichlichen Drüsenbesatz, um doch einige Formbeispiele zu nennen, haben viele Käfer. Beim Dyticus unter Anderm (Fig. 59) ist der Vorderabschnitt dieses Darmtheils äußerlich über und über mit konischen, dünnhäutigen Schläuchen (Fig. 168e) besetzt und mag denn, um mit Kirby zu reden, wie ein „Pelzrock" aussehen. Beim Kiefernprachtkäfer hinwiederum, dessen Verdauungssystem wir seinerzeit*) eingehender beschrieben, ist die nämliche Sache viel praktischer angelegt, insoferne der betreffende Darmtheil glatt ist, dafür aber von seinem Ursprung zwei lange, zottig-wurmartige Blinddärme ausgehen, allwo man auch die kolbenartigen Epithelzellen prächtig studiren kann.

Am nämlichen Orte sehen wir auch bei vielen andern Kerfen, z. B. den Läusen, zwei große taschenartige Aussackungen, die bei den Laubheuschrecken (Fig. 169 le) ein ganzes Konvolut faltenartig aus- und eingestülpter Drüsenflächen vorstellen. An letztern erscheinen die Schlauchzellen trübkörnig und mit gelben Fetttropfen erfüllt und dieß, sowie der bittere Geschmack der in Rede stehenden Drüsen erinnert ganz und gar an die gleichfalls hart hinter dem Kaumagen situirte aber noch viel umfangreichere „Leber" der Schalenkrebse. Hingegen tragen die langen „Blinddärme" bei den Schaben, Schnarr- und Fangheuschrecken eine ungefähre Analogie mit den sogenannten Pförtneranhängen der Fische zur Schau.

Eine gar absonderliche Mitteldarmdrüse ist bei etlichen Läusen beobachtet. Es ist eine unmittelbar der Darmwand

---

*) Graz, 1875. Vereinsdruckerei.

aufliegende zellige Scheibe, die man, anstatt sie genauer zu untersuchen, mit dem Namen „Bauchspeicheldrüse" abfertigt.

Nun kommen wir endlich zu den interessantesten Anhängen des Kerfdarmes, über die man sich lange den Kopf zerbrochen hat, obwohl sie, nach der oben ausgesprochenen Maxime beurtheilt, ihre wahre Natur unmöglich verbergen können.

Am Anfang des Enddarmes entdeckte der ruhmreiche Entomologe Malpighi eine Anzahl hier einmündender langer fadendünner, und sagen wir es nur gleich, meist fast im ganzen Weichkörper herumirrender Schläuche, die sogenannten Malpighi'schen Gefäße, die der Entdecker für Milch- oder Chylusgänge, also für Vorrichtungen ansah, womit die im Darme gewonnenen Ernährungssäfte in die entfernteren Regionen des Körpers transportirt und gehörigen Orts dem Blute zugeführt werden sollten. Cuvier, Ramdohr u. A. erklärten sie dann für Gallengefäße, gleichfalls nicht bedenkend, daß für die Entleerung des betreffenden Sekretes ihre Ausmündungsstelle unweit des Afters wohl nicht der richtige Platz wäre, da ja hier die Verdauung schon zu Ende sein muß.

Erst der Umstand, daß man diese M.-Röhren nicht selten voll von den Harnkonkrementen ganz ähnlichen Krystallen fand, führte darauf, sie für das auszugeben, was sie nach neueren chemischen Untersuchungen und im Hinblick auf die vielfach analogen Exkretionsorgane der Würmer auch unzweifelhaft sind, nämlich für Nieren, für die specifischen Exkretionsorgane. Mit einer Niere nach der gebräulichen Vorstellung, d. h. mit der kompakten, äußerlich blutgefäßreichen, innerlich aus Systemen im Nierenbehältniß radiär zusammenlaufender Röhrchen gebildeten Drüse scheinen sie auf den ersten Blick allerdings wenig gemein zu haben. Aber abgesehen davon, daß die M.-Röhren hier und dort einen ganz analogen Bau haben, dürfen wir keinen Augenblick vergessen, daß dieselben

in ein so gedrungenes Organ wie bei den Wirbelthiernieren zusammengefaßt ihrer Aufgabe nimmermehr entsprechen könnten. Gleich den Tracheen, also gleich den Drüsen für die Gasexkretionen des Blutes können auch diese Abzugs-Kanäle nicht weitläufig genug vertheilt und zerstreut sein, und so soll sich den Niemand länger mehr verwundern, wenn er sie nicht bloß in dichten Zügen am ganzen Darm auf- und absteigen, sondern selbst die entlegeneren und entlegensten Organe, wie den harnstoffreichen Fettkörper, sowie das Herz und selbst die Ganglienkette aufsuchen und umstricken sieht. Die Malpighi'schen Gefäße der Insekten sind eben zu treuen Begleitern und Bundesgenossen der Tracheen berufen.

Im einzelnen bliebe freilich genug hierüber zu sagen übrig.

Lehrreich ist das Verhältniß ihrer Zahl und Länge. Nur zwei solcher Röhren sollen die Rosenkäfer haben. Die Vierzahl ist häufig, z. B. bei den meisten Käfern, Fliegen und Wanzen.

Hier sind sie denn auch von der größten Länge und tragen stellenweise, oder doch am Ende größere Säcke oder röhrige Anhänge.

Sechs Nierenkanäle haben dann etliche Fliegen und Käfer; acht soll der Ameisenlöwe aufweisen, vierzehn die Ameisen selbst und zwanzig die Blattwespenraupen. Eine oft sehr beträchtliche, ja in die Hunderte gehende Menge ist dagegen für die Libellen, die Geradflügler und die meisten Immen charakteristisch. Dafür sind sie aber viel kürzer und vereinigen sich, z. B. bei der Werre, zu einem gemeinsamen Ausführungsgang, womit ja eigentlich die „Nierenpyramide" fertig ist.

Im übrigen empfehlen wir dem Leser sich diese Kernieren von einem befreundeten Mikroskopiker zeigen zu lassen. Die vielfachen Verwicklungen, am lebenden Thier in be-

ständiger Veränderung begriffen, sowie die bald schön chokoladenbraune, bald violette Färbung und die oft perlschnurartige Anordnung ihrer großen Zellkörper gibt eine ganz artige Augenweide.

Sollten wir zum Schlusse aus dem Vorhergehenden die letzte Konsequenz ziehen, so wäre es der Vorschlag, das ganze Enddarmstück hinter der Einmündung der Harnorgane künftig hin als Kloake zu bezeichnen.

Da wir schon, rein aus anatomischen Gründen, von Exkretionen reden mußten, die mit der Verdauung eigentlich nichts zu schaffen haben, deren Organe also gleichsam mehr zufällig als nothwendig mit dem Abzugsdarm vereinigt sind, so möchte diese Stelle ganz schicklich sein, um über die **Absonderungen** der Kerfe überhaupt einiges anzuknüpfen. Dies um so mehr, als sich die einzelnen Exkretionsdrüsen unserer sowie der Thiere im allgemeinen, nicht als Theile eines einheitlichen und besonderen Ausscheidungs-Systemes, sondern lediglich theils als separate Abschnitte theils, wie gerade die Nierenkanäle, als mehr selbständige Anhänge gewisser anderer Organapparate zu erkennen geben.

Man kann sich schon zum vorhinein denken, daß die Kerfe auch in diesem Stücke, d. i. in Bezug auf die Mannigfaltigkeit ihrer verschiedenen Absonderungen und Absonderungsorgane einen Vergleich mit irgend einer anderen Thierklasse nicht zu scheuen brauchen. Und in der That sind außer den schon bei der Verdauung genannten und mitthätigen Drüsen, und abgesehen von jenen, welche bei den geschlechtlichen Absonderungen zu nennen, wie z. B. den Kittorganen, noch eine Menge eigenthümlicher, von Art zu Art wechselnder Einrichtungen bekannt geworden.

Wenn wir die noch wenig untersuchten und sicherlich nicht auf die Hautflüglerstachel allein beschränkten „Schmierdrüsen" ausnehmen, deren Aufgabe es ist, gewisse viel in Anspruch

genommene Bestandtheile des Hautskelet-Mechanismus gehörig einzuölen und dadurch glatt und schlüpfrig zu erhalten, so läßt die Wichtigkeit derselben einen nahen Bezug zur Beschirmung oder Vertheidigung ihrer Besitzer erkennen.

Hierüber wissen wir freilich nicht, ob gewisse Ausdünstungen der Käfer, die wir da besonders vor Augen haben, nur deshalb einen so abschreckenden Geruch haben, um zudringliche Räuber fern zu halten, oder ob sie nur deshalb so stinken, weil sich eben bei der jeweiligen Natur der Nahrung und des allgemeinen Stoffumsatzes kein wohlriechenderes Destillat ergibt.

Man muß aber doch die Möglichkeit zugeben, daß auch in dieser Richtung nützliche Abänderungen und Anpassungen stattfinden können, daß also mit anderen Worten der ganze destruktive Chemismus eines Insektes sich dergestalt umändern lasse, daß gewisse Abfallsprodukte nach und nach eine auch für das äußerliche Leben eines Thieres vortheilhafte Beschaffenheit annehmen.

Drüsen, welche unzweifelhaft in die Kategorie der Vertheidigungs- resp. Angriffsmittel gehören, sind jedenfalls alle diejenigen, welche ihre Sekrete nur im gereizten Zustande ausscheiden. Hierher zählen also zunächst die sogenannten Giftorgane der stechenden Aderflügler. Bei den Bienen und Wespen bestehen sie aus der eigentlichen Drüse, einem langen im Hinterleib gelegenen Schlauch und aus einem namentlich bei Polistes schön entwickelten muskulösen Druckwerk, welches das in ihm angesammelte Gift im entscheidenden Momente mit großer Gewalt in den Stachel hineinpreßt.

Bei den Ameisen hat das betreffende Sekret bekanntlich eine stark saure Beschaffenheit, wie uns denn schon die alten Entomologen mit sichtlichem Behagen erzählen, daß sich dieselben die Füße verbrennen, wenn sie über einen Kreidestrich gehen.

Weit komplicirter als bei den Hautflüglern ist die analoge Einrichtung des berüchtigten Bombardierkäfers, der, wie allbekannt, auf seine Angreifer mehrere Ladungen eines stinkenden Dunstes aus dem After abfeuert. Sein Geschütz besteht aus einem doppelten Apparat, wovon jeder wieder aus zwei Gefäßen gebildet ist. Die eigentliche Gaskammer, ein dünnhäutiger Sack, nimmt im gefüllten Zustand fast den ganzen Hinterleib ein.

Die Käfer sind aber überhaupt sehr reich an derlei Organen, und gibt es, wie Kirby sagt, kaum einen stinkenden oder Wohlgeruch, den man bei ihnen nicht anträfe, so daß sich hier die beiden Geschlechter schon aus der Ferne an ihrem specifischen Geruch erkennen. Nach derselben Autorität soll z. B. der Staphylinus suaveolens, wie eine reife Birne, eine zweite Art wie die Seerose, eine dritte wie Brunnenkresse, und eine vierte gar wie Safran duften, während der Bisambock einen angenehmen Rosen-, die Callichroma sericeum einen Zeder- und eine kleine Gallwespe sogar den bekannten Diptamgeruch verbreitet, der die Katzen anlockt. Weniger angenehm sind die Gerüche der Wanzen, welche von einer in der Hinterbrust ausmündenden Drüse präparirt werden. Nach dem Sprüchwort, varietas delectat, dürften uns indeß auch diese Parfüms nicht ganz zuwider sein. Die meisten auf den Schutz des Körpers berechneten Absonderungen haben wir natürlich von den sonst oft ganz hilflosen Larven zu erwarten, und sind speciell die unappetitlichen schmierigen Exkrete vieler Kerflarven, die aus eigenen Hautwarzen hervortröpfeln, sowie die brennenden und z. Th. auch sehr giftigen Säfte in den Haaren gewisser Raupen hervorzuheben. — Einen ähnlichen Zweck mögen auch die lack-, woll-, mehlstaub- und wachsartigen Hautincrustationen gewisser Blattläuse und Cicaden erfüllen. Die Chermes Fagi z. B. sieht in ihrem Flaumrock

wie eine Feder, und eine gewisse Käferlarve wie ein Stacheligel aus, und so mögen sie denn in dieser wunderlichen Tracht manchen Nachstellungen entgehen.

X. Kapitel.

Circulationsapparat.

Bei allen Thieren von einigermaßen verwickelter Organisation finden wir nebst dem Apparat, der die für den allgemeinen Körperhaushalt erforderlichen Stoffe besorgt und zubereitet, auch besondere mechanische Veranstaltungen, um die gewonnene Nährflüssigkeit in Umlauf zu bringen. Der Zweck dieser Circulation, auf welcher zum großen Theile die Energie und der gleichmäßige Fortgang des thierischen Lebens beruht, ist ein doppelter. Die nährende Säftemasse muß allenthalben so vertheilt werden, daß jedes Organ, daß jede Zelle den ihrem Wirkungskreis und ihrem Bedürfniß entsprechenden Antheil bekommt; es soll ihr aber auch Gelegenheit geboten werden, sich der während ihres Rundganges in sie entleerten Zersetzungsprodukte, vor allem der Kohlensäure zu entledigen und durch Aufnahme von neuem Sauerstoff sich selbst zu regeniren.

Die denkbar höchste Vollendung zeigt der gesammte Säfteleitungsapparat unstreitig bei den Wirbelthieren.

Hier ist außer dem strenge so zu nennenden Circulationssystem, in welchem die eigentliche Nährflüssigkeit, d. i. das rothe Blut sich herumbewegt, noch ein besonderes weitläufiges Lücken-, Kanal- und Drüsennetz vorhanden, das den fettreichen milchigen Chylus unmittelbar an Ort und Stelle, wo er aus dem Darme ausgeschieden wird, in sich aufsaugt,

weiter leitet und unter vielfachen, aber chemisch noch wenig bekannten Beimengungen, Ausscheidungen und Umwandlungen, wobei insbesondere auch die Bildung der Lymph- resp. der sogenannten weißen Blutkörperchen eine wichtige Rolle spielt, zur endlichen Aufnahme und Ueberführung in das Blut angemessen vorbereitet. Dieselbe scharfe räumliche Absonderung, wie sie sich hier zwischen den zwei Hauptgattungen der thierischen Nährflüssigkeiten, nämlich zwischen dem eigentlichen Blut und dem zum Blute werdenden Chylus und der Lymphe entwickelt hat, ist in noch höherem Grade beim ersteren selbst ausgeprägt. Das Blut macht zwar — und es ist dies ein bewunderungswerther Mechanismus — in einem allseitig geschlossenen, alle Organe durchdringenden und mit einem eigenen Pumpwerk, dem Herzen, verbundenen Kanalsysteme einen ununterbrochenen Kreislauf durch den ganzen Körper; es ist aber zugleich Vorsorge getroffen, daß die beiden chemisch verschiedenen Blutsorten, nämlich das kohlensäurereiche oder das dunkle Venen- und das mit Sauerstoff gesättigte oder das helle Arterienblut, sowohl auf dem kurzen Abstecher durch die Athmungsorgane, als auf jener weitern Bahn durch den ganzen Organismus nirgends miteinander sich vermischen, sondern überall ihr eigenen Wege wandern. Mit einem Worte, es ist eine besondere Röhrenleitung vorhanden, welche das reine Blut in Umlauf setzt, und eine andere, aber durch die Kapillarnetze aus jener entspringend, welche das in den letzteren abgenützte und verunreinigte Blut zunächst in die betreffende Abtheilung des Centralorgans und von da zur abermaligen Regenirung in die Lungen führt, worauf es, in die arterille Herzkammer zurückgekehrt, neuerdings dem Verkehr übergeben wird.

Steigen wir nun zu den wirbellosen und speciell zu den gegliederten Thieren herunter, so ist vor allem Zweierlei zu beachten. Erstens, daß den Chylus- und Lymphgefäßen

der höheren Thiere analoge Einrichtungen gänzlich zu fehlen scheinen, und dann, daß das, was man das Blut dieser Lebewesen zu nennen pflegt, kein eigentliches Blut, sondern eine Flüssigkeit ist, welche wenigstens hinsichtlich ihrer geformten Bestandtheile mehr an die Lymphe, als an das Blut der Wirbelthiere erinnert. Eine große Unsicherheit hinsichtlich der richtigen Auslegung der hier obwaltenden Verhältnisse entspringt aber aus dem Folgenden. Unzweifelhaft bestehen auch bei diesen Thieren vorherrschend venöse und arterielle Gefäßbezirke. Da aber betreffs der darin enthaltenen Flüssigkeit ein namhafter Unterschied weder äußerlich zu erkennen noch innerlich nachgewiesen ist, so können wir die Ausdehnung der venösen und arteriellen Blutleitung häufig nicht genauer bestimmen — ja bisweilen beiderlei Gefäße überhaupt gar nicht unterscheiden.

Ein ganz eigenartiges aber selten richtig ausgedrücktes Verhältniß bietet vorerst das Circulationssystem der Ringelwürmer. Es besteht aus einem den ganzen Körper entlang sich erstreckenden Bauch- und Rückenrohr, welche beiden Gefäße vorne und hinten durch baumartige Kapillarnetze ineinander übergehen und nebstbei noch von Ring zu Ring durch circuläre Quergefäße vereinigt sind. Außer den letztern Segmental-Blutgefäßen haben wir dann noch beiderseits Gefäßschlingen, welche die Verbindung mit den rückenständigen Kiemen (Fig. 28 S. 49) unterhalten.

Indem hier die Kiemen das aus dem Rückenstamm ihnen zugeleitete Blut, welches sich hier (man besehe sich einen Regenwurm) von hinten nach vorne bewegt, in das Bauchgefäß zurückleiten, ist es allerdings klar genug ausgedrückt, daß letzteres die arterielle Blutbahn bezeichnet, während die dorsale, und den Respirationswerkzeugen näher liegende Längsader den venösen Abschnitt der Kreisbahn vorstellt. Sind denn aber die in diesen Gefäßbezirken kreisenden

Blutsorten auch wirklich in der Weise verschieden, wie das Venen- und Arterienblut der Wirbelthiere, und wie, wird uns der Leser fragen, erhält dann der Rückentheil sein ernährendes Blut, wenn hier nur abgenütztes circulirt? Das ist es eben. Morphologisch besteht die Scheidung in Venen und Arterien, physiologisch aber nicht, indem das für arteriell ausgegebene Bauch- und das für venös gehaltene Rückenblut beständig sich vermischen. Denn welchem andern Zwecke dienten denn die circulären Segmentalgefäße, als um das von den Kiemen präparirte und in das Bauchgefäß geleitete Arterienblut auf kürzestem Weg wieder ins Rückenrohr zu spediren? Die Sachlage ist sonnenklar. Sowie der Gesammtkörper, so besitzt auch jedes einzelne Segment des Ringelwurmes seinen besondern, seinen Extra-Kreislauf. Vom Rückengefäß geht das „venöse" Blut in die Kieme, von dort als arterielles Blut in das Bauchrohr und durch die Quergefäße — wieder zurück ins „venöse" Dorsalgefäß, das dann mit diesem aus erster Hand empfangenen Arterienblut das betreffende Körperterritorium zu speisen hat.

Eine merkwürdige, aber dem übrigen organischen Bau bestens angepaßte Modifikation des vorbeschriebenen Circulationsschema's ist den höhern Krebsen und Spinnen eigen. Zuvörderst gibt es hier nur einen einzigen allgemeinen Kreislauf, wobei also auch eine scharfe Trennung der beiden Blutarten möglich ist. Das der Rückenader der Anneliden homologe Gefäß bildet entweder, wie bei den mehr gleichringeligen Heuschreckenkrebsen und Skorpionen, fast in seiner ganzen Ausdehnung ein rohrartiges Herz, oder es nimmt, bei den gedrungenern Krustern, die Gestalt eines dickwandigen Sackes an, von dem in beiden Fällen sowohl nach vorne und hinten und bei der ersteren Form auch seitwärts, in den einzelnen hintereinander gelegenen Herzsegmenten in Kapillarnetze

sich auflösende Schlagadern entspringen, in welche das hier rein arterielle Blut stoßweise hinausgepreßt wird.

Soweit ist an ihrem Circulationssystem Nichts auszusetzen. Fataler steht es mit dem andern, dem negativen Abschnitt der Kreisbahn. Das beim Durchgang durch die Organe venös gewordene Blut begibt sich zunächst zum Zwecke seiner Reinigung zu den bauchständigen Kiemen und fließt dann, als arterielles Blut, wieder in das dorsale Centralorgan zurück, von wo es ausgegangen. Das Eigenthümliche an der Sache ist aber der Umstand, daß dieser ganze Rücklauf nicht in besonderen Gefäßen zurückgelegt wird, sondern, daß hier die Lücken und Zwischenräume des einem viellöcherigen Schwamme vergleichbaren Körpergewebes deren Stelle vertreten müssen, wobei allerdings gewisse als Hauptstrombette fungirende Höhlungen, wie namentlich die herzartigen Sammlungsräume in der Nähe der Kiemen, hiezu besonders angepaßt erscheinen.

Wie kommt aber das im Leibesraume sich frei ergießende Blut wieder in das Herz hinein? Dies klärt sich am schönsten auf, wenn man einen größern Krebs, z. B. eine Meerspinne, der Länge nach halbirt. Hier sieht man, daß das Herz in einem verhältnißmäßig sehr geräumigen Beutel liegt, in welchen die das Blut von den Kiemen herauf führenden Lückenräume oder Abzugsröhren einmünden. Dies ist also gewissermaßen die improvisirte Vorkammer, in welcher das Blut zum Zwecke seines Eintrittes in das eigentliche Herz sich zu sammeln hat.

Letzterer selbst kann aber offenbar nicht anders erfolgen, als durch besondere von Zeit zu Zeit sich öffnende Pförtchen, oder Ostien, von denen wir Näheres unten sagen werden.

Möchten wir bei den Krebsen die organisirende Natur fast einer ungerechtfertigten Knickerei beschuldigen, weil sie sich *durch* Benützung der allgemeinen Hohlgänge des Körpers als

blutführender Kanäle die Anlage besonderer Gefäße wenigstens an einem Abschnitt der Kreisbahn ersparte, so könnten die Insekten über sie noch mehr ungehalten sein. Separate Gefäße nämlich, in welchen das Blut ein für allemal zu verbleiben hat, gibt es hier gar nicht. Das eigentliche und allgemeine Blutbehältniß ist vielmehr die Leibeshöhle, d. h. jener vielspaltige weitverzweigte Raum, in welchen auch die Darmhäute die verdauten Nährstoffe und die im Blute badenden Weichorgane ihre verschiedenen Absonderungen entleeren. Trotzdem ist diese indifferente Nährflüssigkeit der Kerfe weder schlechter noch besser als das „Blut" der anderen Wirbellosen.

Gewöhnlich erscheint das Kerfblut vollkommen wasserklar, seltener milchig getrübt, opalisirend und chylusartig, oder es nimmt, bei Pflanzenfressern, eine durch gelöstes Chlorophyll grünliche Farbe an. Die in verschiedener Anzahl aufgeschwemmten „Blutkörperchen" (Fig. 171 k) sind oft sehr große Protoplasmakügelchen mit oder ohne Kern, bald fast homogen bald körnig, aber nicht durchwegs ungefärbt. Die in den meisten Lehrbüchern kursirende Behauptung nämlich, daß die Farbe des Kerfblutes stets vom Plasma oder Serum, aber niemals von den Blutzellen herrühre, ist durch unsere Untersuchungen, nach welchen sie bei gewissen Insekten mehr weniger mit lebhaft gelb oder selbst hyacintroth gefärbten Fetttröpfchen besetzt sind, längst widerlegt worden. Bei manchen Kerfen erscheint das Blut in Folge dessen geradezu ölartig, und ist es ja schon von früher her bekannt, daß gewisse Fettsub-

Fig. 171.
Tracheenkiementasche einer Netzflüglerlarve zur Demonstrirung der verschieden geformten Blutkörperchen (k), stark vergrößert.

diesem Kerforgan zu machen, bedarf es keiner langwierig[illegible] Präparation, die nicht Jedermanns Sache ist; in Gegen[illegible] zu den übrigen Weichtheilen und der Abgeschlossenheit u[illegible] der Verstecktheit des inneren Kerforganismus sieht[illegible] kann man das Herz bei vielen Insekten schon äußerlich, d[illegible] die Rückenhaut hindurch, schlagen sehen. Trotzdem ist [illegible] dem unsterblichen Malpighi, der dieses wichtige Ver[illegible] der Ernährung allerdings an sehr passenden Objekten, [illegible]

Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174.

Fig. 172.

Rückengefäßstück eines Dyticus marginalis, [illegible] o geöffnete Herzspalte, a derjenige [illegible]

Fig. 173.

o Schematische Darstellung der [illegible] (o) und dem Zellventil (d) eines [illegible] den an der Grenze der Herzkammern [illegible]

Fig. 174.

Hinterleib einer Wespe, auf dem Rücken liegend, [illegible] das einfache Herz a [illegible]

bei jungen Seidenraupen sich. [illegible] gehabt; und haben hierwiederum [illegible] Hamann's vermeintliche Entdeckung der [illegible]

welche hier einen äußerst penetranten Geruch verbreiten, so weiß wohl auch der Laie, daß wir es da mit dem allmälig angesammelten Hausschatz des der Vollendung entgegengehenden Thieres zu thun haben, der erst beim spätern Ausbau des Körpers zur Verwendung gezogen wird. Mit dieser Erklärung des **„Fettkörpers"** ist aber nicht Alles abgethan. Vorerst ist zu konstatiren, daß er, wie Fig. 171* c, d anschaulich macht, als Träger oder Stroma der vielverzweigten Luftröhren dient, ja im unzertrennlichen Verein mit diesen gewissermaßen nichts Anderes als eine einzige viellappige Lunge (c) darstellt

Fig. 171*.
Verschiedene Arten des von Luftröhren durchflochtenen Fettkörpers. a netzartiges Fettgewebe einer Fliegenmade, b zelliges ebendaher, c an den baumförmigen Tracheen hängende Fettzelllappen von einem Falter, d ein Stück stärker vergrößert, e netzartiges (rechts von Harnconcrementen erfülltes) corpus adiposum einer Heuschrecke.

die aber, und das ist der eigentliche Schlüsselpunkt zum Verständniß des ganzen inneren Kerforganismus, nicht wie bei anderen Thieren auf einen bestimmten Platz eingeschränkt ist, sondern welche den gesammten Leibesraum occupirt, und zugleich alle Organe desselben, bis hinaus in die entferntesten Punkte der Peripherie, an den Fühler- und Fußspitzen, umhüllt und einschließt. Das von Tracheen allseitig durchwachsene,

im übrigen aber so einfach organisirte Kerffettnetz ist aber nicht bloß die allgegenwärtige Athmungsdrüse, es bildet zugleich einen doppelten Saftleitungsapparat. Damit verhält es sich so. Wenn man ganz durchsichtige lebende Kerflarven unter dem Mikroskope beobachtet, so sieht man vom äußersten Schlauch der mehrschichtigen Darmwandung ganze Netze von Röhren (Fig. 168 g) entspringen, welche nichts anderes sind als Ausläufer, als integrirende Bestandtheile der größeren Fettkörperkammern. Wer zweifelt nun daran, daß die aus dem Darme austretenden Nährstoffe, wo nicht ganz so doch zum Theile, auch in die erwähnten Röhren des Fettkörpers eintreten und dort mancherlei Stoffe unmittelbar ablagern. Damit haben wir aber die geschlossenen und früher den Wirbellosen abgesprochenen Resorptionswege oder Chylusgefäße. Das wäre also das innere oder interne Netz des oben angezogenen doppelten Saftleitungsapparates. Das äußere aber bilden die vielgestaltigen Zwischenräume des innern: und das sind eben die „Blutgefäße" der Insekten.

So unvollkommen einem also auch auf den ersten Blick das Circulationssystem der Kerfe erscheinen mag, und im Grunde genommen haben sie ja gar keines, so ist hier doch mit den denkbar einfachsten Mitteln das Höchste geleistet. Indem die Tracheen in alle Organe sich eindrängen, zwingen sie dieselben, den nöthigen Austausch der Gase durch sie und nicht durch das Blut vorzunehmen, wodurch letzterem begreiflicher Weise seine ganze Arbeit sehr erleichtert wird. Das Gelungenste ist aber das, daß das nicht bloß, wie bei uns, sporadisch, sondern ununterbrochen in der allgemeinen Lunge verweilende Blut, immer rein und frisch bleibt, daß es somit im Insektenorganismus gar nicht zur Bildung eines eigentlichen Venenblutes kommen kann. Im nämlichen Augenblicke nämlich, wo es

an ein Organ all seinen Sauerstoff abgibt und dafür mit Kohlensäure überladen wird, sind auch schon wieder die in ihm schwimmenden Tracheen bei der Hand, um den früheren Zustand herzustellen.

Nicht minder bequem und einfach vollzieht sich der übrige Stoffwechsel. Hat die in den Fettkörperporen befindliche Nährflüssigkeit Mangel an gewissen plastischen Stoffen sowie an Fett, so wird es mit dem in diesem Gewebe aufgespeicherten Vorrath versorgt, während letzteres auch wieder bereit ist, gewisse Zersetzungsproducte wie z. B. Harnstoffe demselben stellenweise abzunehmen und so für den übrigen Organismus unschädlich zu machen. Wir müssen nämlich beifügen, daß gewisse Parthieen des „Fettkörpers" in der That ganz mit derartigen Koncrementen erfüllt sind. (Fig. 171* e.)

Wenn aber auch bei dieser ganzen Sachlage ein besonderes Gefäßnetz überflüssig, ja dem freien Wechselverkehr zwischen den Körper- und Blutsubstanzen sogar hinderlich wäre, so kann doch aus nahe liegenden Gründen auf keinen Fall eine Einrichtung entbehrt werden, welche das Blut in beständigem Umschwung erhält. Und dieß ist in der That ein merkwürdiges Verhältniß. Die Insekten haben ein besonderes Blut-Triebwerk oder Herz und keine Blutgefäße, während viele Würmer zahlreiche Adern und kein eigentliches Centralorgan besitzen. Dieses isolirte Insektenherz ist aber keineswegs, wie man wohl vermuthen könnte, eine ganz aparte und neue Bildung, sondern ist, gleich dem segmentirten Rückengefäß der gliedleibigen Krebse und Spinnen, nichts Anderes als jene etwas umgearbeitete kontraktile Dorsalader der Ringelwürmer, an welcher aber die davon auslaufenden Quer-Adern mit der fortschreitenden Entfaltung des Tracheensystems überflüssig und daher abortiv geworden sind.

Um die freilich nur oberflächliche Bekanntschaft mit

diesem Kerforgan zu machen, bedarf es keiner langwierigen Präparation, die nicht Jedermanns Sache ist; im Gegensatz zu den übrigen Weichtheilen und der Abgeschlossenheit und der Verstecktheit des inneren Kerforganismus überhaupt kann man das Herz bei vielen Insekten schon äußerlich, durch die Rückenhaut hindurch, schlagen sehen. Trotzdem hat vor dem unsterblichen Malpighi, der dieses wichtige Werkzeug der Ernährung allerdings an sehr passenden Objekten, nämlich

Fig. 172. Fig. 173. Fig. 174.

Fig. 172.
Rückengefäßstück eines Dyticus marginalis, Muskeln in Spiraltouren. c geschlossene, e geöffnete Herzspalte, a dorsales Zwerchfell mit eingewebten Muskelfasern.

Fig. 173.
c Schematische Darstellung der Spaltöffnungen des Herzens sammt der Zipfelklappe (e) und dem Zellventil (d) eines Maikäfers. a Spalten einer Zweiflüglerlarve mit den an der Grenze der Herzkammern liegenden oder Interventrikularklappen b.

Fig. 174.
Hinterleib einer Werre, auf dem Rücken liegend. c das gegliederte Rückengefäß in das einfache Rohr a auslaufend, b segmentirtes Zwerchfell unter demselben.

bei jungen Seidenraupen sah, Niemand davon eine Ahnung gehabt; und haben hiewiederum, nachdem sich Swammerdamm's vermeintliche Entdeckung der seitlichen Herzarterien,

welche er sogar injicirt haben wollte, als irrig herausgestellt hatte, Lyonet, Cuvier und Marcell de Serres dasselbe für ein allseitig geschlossenes Absonderungsgefäß, beziehungsweise für einen Apparat gehalten, in welchem der Chylus aufgesaugt und in eigentliches Blut umgewandelt werde.

Der Leser wird aber erst dann ein lebhafteres Interesse für dieses delikate Organ fassen, wenn er es an einer jener durchsichtigen Kerflarven, welche eigens zum intensivern Studium der Mysterien des feineren Insektenbaues da zu sein scheinen, selbstverständlich mit Hilfe eines guten Mikroskopes, in voller Thätigkeit sieht. Ueber dem Darm, und oft durch denselben verdunkelt, bemerkt er, aber es heißt oft scharf zusehen, ein schmales, helles und eigentlich nur an den gelblichen Seitenkonturen erkennbares Rohr, das sich vom Hinterende des Körpers bis gegen den Kopf erstreckt. Regelmäßige Pulsationen sind aber nur an dem dem Abdomen entsprechenden weiteren Hinterabschnitt (Fig. 174 c) zu bemerken, während es sich nach vorne in ein oft haardünnes Rohr fortsetzt. Ersterer Theil des Rückengefäßes ist mithin das eigentliche Herz, letzterer die davon entspringende Aorta (a), über deren Verlauf über den Kopf hinaus wir vor der Hand nichts Bestimmtes zu sagen wissen. Dieses Herz ist aber, wie oben erwähnt, kein einfaches schlichtes, sondern ein entsprechend den äußeren Hautsegmenten abgegliedertes Rohr also, wie es schon Malpighi nannte, eine Reihe oder Kette von im ganzen etwa spindelartigen Herzen, welche ganz in analoger Weise wie die Skeletreifen, je nach den Volum- und Spannungsverhältnissen des Körpers bald enger aneinanderrücken, bald weiter sich von einander entfernen. Die Zahl der einzelnen Herzabtheilungen stimmt aber nicht genau mit jener der äußeren Ringel, sondern stellt sich meist, ähnlich wie jene der Bauchmarksknoten, etwas niedriger.

Interessante Einzelheiten bietet die histologische Zusammensetzung, deren Erkenntniß aber, wie der Schreiber, der sich

Anfangen des Blutes unmöglich gemacht würde. Um aber deren wahre Bedeutung zu begreifen, blicke man neuerdings auf den Querschnitt. Was geschieht, wenn die Seitentheile also die Muskeln b und c dieses Gewölbes sich zusammenziehen? Es wird ausgespannt, also nach unten rücken, ganz wie unser Zwerchfell bei der Athmung. Dabei drückt es aber die darunter befindlichen Organe etwas zusammen. Das zwischen den letzteren befindliche Blut muß also ausweichen und in den Raum über der Platte eintreten, der aber nicht leer ist, sondern von einem großblasigen schwammigen Bindegewebe, einem förmlichen Schwellkörper sich erfüllt zeigt. Nun aber das Weitere. Das Rückengefäß liegt der äußeren Haut nicht fest an, sondern ist mittelst zahlreicher Muskeln an der Rückendecke aufgehängt, und außerdem tauschen seine Wandungen unter Intervention der genannten Zellen zarte Fasern mit dem genannten Diaphragma aus. Spannt sich nun letzteres an und rückt nach unten, so muß auch das gleichzeitig, aber sogut wie unser Centralorgan ganz aus eigener Kraft sich erweiternde Herz mit, und wird so gewissermaßen im Blute des Sinus geschüttelt. Später federt der ganze Apparat dann wieder zurück.

Was das Kerfherz eigentlich zu thun hat, wurde schon früher gesagt. Es ist nichts weiter, als ein Regulator, also ein Organ zur Steuerung des Blutes, damit dieses nicht ganz ins Stocken gerathe, oder nur zum Spielball anderweitiger bewegender Kräfte werde, wie sie z. B. durch jene des äußeren Hautschlauches und des inneren oder des Darmes gegeben sind. In gleichmäßigen Intervallen wird eine Portion Blut durch dasselbe aufgesaugt und dann mittelst des vordern Ansatzrohrs nach vorne gegen den Kopf expedirt, von wo es dann in die Lücken der Gewebe eindringt. Die verschiedenen Spannungszustände, unter welchen die Blutmasse in den einzelnen Körperregionen steht, bewirken nun den weiteren

durch die Ringmuskeln, in der Mitte derselben gleich zwei gegeneinander laufenden Schubthüren sich derart nähern, daß sie eine quere Scheidewand in der Kammer selbst bilden. Zum letztern Zweck, d. h. zur Absperrung der Kammern von einander gibt es aber meist besondere Vorrichtungen. Beim Maikäfer z. B. finden wir außer einem die Mitte der Kammern einnehmenden Segelventil (Fig. 173 e), noch eine gestielte große Zelle (d), welche bei der Diastole, bei der Ausdehnung des Herzens frei an den Herzwänden herabhängt, bei der Systole oder Zusammenziehung aber pfropfengleich die mittlere vom Segelventil nicht ganz versperrte Höhlung abschließt. Förmliche Interventrikularklappen, welche also die Kammern nicht in der Mitte, sondern an den eingeschnürten Enden von einander trennen, haben wir seinerzeit bei einer Corethralarve entdeckt. Sie bestehen (Fig. 173 b) aus zwei längsgerichteten Hautfalten, die ungefähr wie die beiden Blätter einer Insektenklappe sich gegeneinander bewegen.

Nun wozu bedarf es denn aber einen so komplicirten Mechanismus? Träte alles Blut von hinten her in das Herz ein, so würde zu dessen Weiterbeförderung ein einfaches Muskelrohr genügen, dessen Ringfasern nach einander sich zusammenzögen. Das Herz endigt aber, einige Larven ausgenommen, hinten blind, und das Blut kann nur durch eine Reihe seitlicher Spaltenpaare in dasselbe hineinkommen. Nun wären bezüglich der Aufnahme und des Weitertransportes des Blutes von vorne herein zwei Fälle denkbar. Der einfachste Fall wäre der, daß das Schlauchherz seiner ganzen Länge nach gleichzeitig erschlaffte oder sich erweiterte, daß ferner hiebei durch alle Spalten gleichzeitig das Blut angesaugt würde und daß dann auch die Zusammenziehung oder Systole an allen Stellen des Herzens im gleichen Moment erfolgte. Dieß wäre aber offenbar bei einem so langgestreckten dünnen Gefäß höchst unpraktisch, denn durch eine solche Manipulation

würde ja die im Herz befindliche Blutmasse mehr zusammengequetscht, als wirklich nach vorwärts bewegt. Es ist demnach nur der zweite Fall zulässig und das ist der, daß die einzelnen Kammern nach einander, d. i. von hinten nach vorne fortschreitend ihre Pulsationen vollführen. Dann müssen aber auch die einzelnen Segmentherzen durch Ventile von einander geschieden sein. Beobachten wir, um uns darüber ganz klar zu werden, ein pulsirendes Kerfherz, und zwar am besten in einer seiner mittleren Kammern. Die betreffende Abtheilung dehne sich (und zwar einfach durch Erschlaffung seiner Ringmuskeln!) aus; es öffnen sich in Folge dessen auch die Ostien, und wird eine angemessene Blutportion aus dem Vorraume aufgesaugt. Was würde nun bei der nachfolgenden Zusammenziehung geschehen, wenn keine Zwischenventile vorhanden wären? Das Blut würde nicht bloß nach vorne, sondern auch nach rückwärts einen Ausweg suchen. In Wirklichkeit aber schließt sich bei dieser Gelegenheit das Ventil der Hinterkammer, während bei gleichzeitiger Erweiterung der vordern deren Pforte aufgeht und diese Herzabtheilung zugleich auf den Inhalt der Hinterkammer ansaugend wirkt. Dieser Vorgang wiederholt sich nun in gleicher Weise von Kammer zu Kammer, welche also abwechselnd als Ventrikel und Vorkammer oder als Saug- und Druckwerke thätig sind. Unwillkürlich erinnert man sich dabei an die sinnvolle Manipulation, durch welche vermittelst abwechselnden Oeffnens und Schließens von Schleußen Schiffe stromaufwärts befördert werden.

Diese wellenartige Bewegung des Kerfherzens hat auch den Vortheil, daß, bevor noch eine Pulswelle die vordersten Kammern erreicht hat, die hintersten schon wieder zur Erzeugung einer zweiten sich anschicken, was dann freilich, da oft *60 ja selbst* 100 und bei sehr agilen Insekten selbst 150 Wellen

in einer Minute über die Herzgliederkette hinlaufen, das Verfolgen ihrer Verlaufsformen sehr schwer macht.

Das Herz selbst ist aber nur ein Theil des gesammten propulsatorischen Apparates, zu dem vornehmlich noch folgende Einrichtung gehört. Unter dem Rückengefäß spannt sich, wovon schon einmal die Rede gewesen, eine Art dachförmiges Zwerchfell aus, d. i. eine Hautplatte, ähnlich gewölbt wie die Rückenwand des Hinterleibes, welche sich an den Seitenrändern derselben auf eine eigenthümliche Art befestigt. Den besten Einblick gewährt zunächst ein Querschnitt durch den ganzen Körper (Fig. 175), a ist das enge Rückengefäß, b c das genannte Diaphragma. Eine Flächenansicht gibt Fig. 174. Hier erscheint es als eine Platte mit beiderseits regelmäßig ausgekerbtem Rande. Genauer verhält es sich so. Von jeder Rückenschiene des Hinterleibes entspringen seitwärts ein Paar gegen das Herz zu fächer- oder flügelartig sich ausbreitende Muskelbündel, wobei die Fasern der einen Seite entweder direkt in die der andern, oft sich spaltend, übergehen, oder zwischen beiden ein vielfach durchlöchertes, fast spinnwebenartiges elastisches Sehnengewebe (Fig. 172 a) sich ausspannt. Früher meinte man und gedankenlose Leute schreiben es noch jetzt nach, diese von Lyonet entdeckten sog. Flügelmuskeln dienten zur Erweiterung des Herzens, während, wie man sich an jedem Strumpf überzeugen kann, bei ihrer Kontraktion das Rohr doch nur in die Breite gezogen und dadurch das

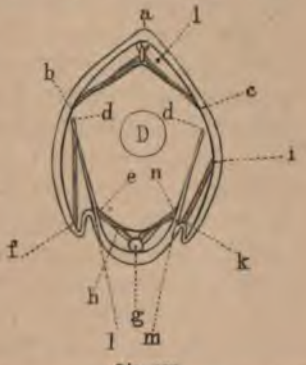


Fig. 175.
Querschnitt durch den Hinterleib einer Heuschrecke (vgl. Fig. 68), a Rückengefäß, bc Rückendiaphragma, durch das eine Art Herzvorraum (l) abgegränzt wird, en Bauchdiaphragma.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] in ſolchem Verſteck ſich zurück ziehen,
ihre frühere Lage zu wechſeln ſcheinen. Gewöhnlich
ſie allerdings auf den ſeitlichen Gelenkshäuten, reſp.,
Bruſt, und hier nicht ſelten in faſt unauffindbaren Ste
zwiſchen den Seitenplatten zu ſuchen, ſie kommen ab
z. B. bei den Käfern, ſcheinbar weiter nach oben,
Ränder der Rücken- oder, wie bei den Wanzen und
tiefer nach unten, an den Grenzſaum der Bauchſchienen z

Umlauf. Außerdem scheint oft durch separate kleinere Pumpwerke, sowie durch gefäßartig umwandete, also muskulöse Hohlräume, namentlich in den Extremitäten ein regelmäßiger Ab- und Zufluß ermöglicht, wie dieß speciell in den Beinen, Flügeln, Fühlern und gewissen Afteranhängen der Fall ist. Stellenweise will es allerdings oft gar nicht recht vom Fleck, und kommt es durch Anhäufung der Blutkörperchen oft zu bedeutenden Stauungen.

Bei vielen Insekten besteht übrigens noch ein auf das Herzblut als Aspirator wirkendes Bauchherz, oder richtiger ein von einem pulsirenden Zwerchfell abgeschlossener Bauchsinus, in dem auch die Ganglienkette liegt. Am schönsten ist diese, wie wir nachträglich lesen, schon von Reaumur bei der „Rosensägefliege" entdeckte und durch uns wieder zu Ehren gebrachte Einrichtung bei den Libellen und Heuschrecken zu sehen. Ein Blick auf Fig. 141, S. 230 enthebt uns einer weitläufigeren Beschreibung. Die Bauchwand bildet eine Rinne und zwischen ihren Rändern (Fig. 175, e n) spannt sich und zwar gleichfalls mittelst besonderer Zipfel, das Diaphragma aus. Beim Anziehen der Muskeln — und diese erfolgt hier von vorne nach hinten — steigt die Membran in die Höhe und macht dem Blute Platz, das nun längs des Bauchmarkes nach rückwärts läuft.

In ihrer Vereinigung aber bilden Rücken- und Bauchsinus offenbar nichts Geringeres als eine geschlossene Kreisbahn.

Zwei andere Hauptströme des rückläufigen Blutes folgen dann, und wahrscheinlich auch in eigenen Sinussen, den großen Seitenröhren der Luftleitung.

Alles in allem genommen, glauben wir den Leser überzeugt zu haben, daß die Kerfe auch in Bezug auf die Säftevertheilung durchaus nicht zu kurz kommen, und um ihr gleichmäßig frisches, sauerstoffreiches Blut wird er sie entschieden beneiden müssen.

XI. Kapitel.

Athmungsapparat.

So ändern sich die Anschauungen. Aristoteles war trotz der wiederholt gemachten Erfahrung, daß Insekten, deren Haut mit Oel beschmiert wird, in kurzer Zeit (des Erstickungstodes!) sterben, bei der Ansicht geblieben, daß diese Thiere gar nicht athmen, und Plinius schien ungefähr derselben Meinung. Jetzt aber wissen wir, daß in ihrem Organismus für Nichts so gut vorgesehen ist, als gerade für den Gasaustausch, ja daß das Insekt, das Oken'sche Drossel- oder Luftthier gewissermaßen die höchste Potenz eines athmenden Wesens vorstellt. Ist ja eigentlich der ganze Kerfleib nur ein einziger Ventilationsapparat, ein, in Stamm und Gliedern, von unzähligen Tracheenbäumen durchzogener, schwellbarer und zum Zwecke der regelmäßigen Entleerung, zugleich von einem komplicirten Schnürzeug umgürteter Ballon.

Auch nach dieser Richtung haben die ersten, in ihren Entdeckungen gleichsam schwelgenden Kerfzergliederer Malpighi, Swammerdamm und Lyonet den anatomischen Grund gelegt, während gleichzeitig Männer wie Scheele, Spallanzani, Vauquelin, Georg Ellis u. a. das Physiologische erörterten. So fand z. B. der Erstgenannte, daß eine Kerflarve — und die unentwickelten Insekten haben ein geringeres Athmungsbedürfniß — „welche nur etliche Gran wog, ebensoviel Sauerstoff verzehre, als ein Lurch, der tausendmal größer ist," eine Behauptung, die wir allerdings nicht unterschreiben möchten.

Ueber die Unkenntniß der Alten betreffs eines so wichtigen Gegenstandes haben wir uns aber um so weniger zu *verwundern*, als die äußerlichen Oeffnungen oder Zugänge *zum innerlichen* Luftröhrennetz theils in Ansehung ihrer Klein-

heit, theils wegen ihrer verborgenen Lage oft selbst mit Hilfe des Vergrößerungsglases schwer zu entdecken sind. Bequem kann sie sich indeß der Leser bei den großen nackthäutigen Raupen der Schwärmer vor Augen führen, da sie hier als dunkle Flecken oder Male — woher sich denn auch der jetzt gebräuchliche Terminus Stigmen datirt — von dem meist lichtern Untergrunde scharf sich abheben. Analog den Ausmündungsstellen der Wasser- oder Exkretionsgefäße bei den Ringelwürmern und in völliger Harmonie mit der gesammten Stückform des Kerfleibes hat im allgemeinen jedes seiner Rumpfringe ein Paar solcher Stigmata oder „Spiracula", welche meist genau die (bei den Raupen oft auffallend kolorirte) Seitenlinie einnehmen.

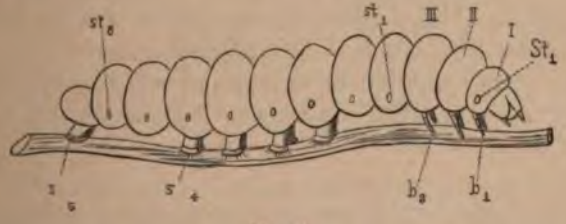


Fig. 176.
Schmetterlingsraupe. St1 Vorderbrust-, st1 — st8 Hinterleibsstigmen. Mittel- und Hinterbrust (II und III) stigmenlos.

Neben der strengsten Regularität und Symmetrie sehen wir aber auch hier wieder die größte Mannigfaltigkeit, ja scheinbare Willkür walten. Gleich bei unserem Vorbild, der Raupe (Fig. 176) muß sich der Leser fragen, warum, von den allerletzten hiezu überhaupt nicht practicabeln Leibesringen abgesehen, gerade das zweite (II) und dritte (III) eine Ausnahme machen und keine Athemspalten besitzen, um so mehr, als hier oberhalb der betreffenden leeren Stellen später die Flügel hervorkommen, von denen *wir wissen*, daß sie unausgesetzt mit

reichlicher Luft gespeist sein wollen. Dieses Räthsel vermeinte Gegenbaur mit der Annahme zu lösen, daß eben die Flügel, als umgewandelte ehemalige Kiemenplatten, deren Stelle einnähmen, nicht erwägend, daß, sobald in der Puppe diese Anhänge sich zeigen, unter ihnen, am gewöhnlichen Platz, auch die Stigmen sich einstellen, die sogar, wie überhaupt an Theilen, wo ein großer Kraft- und Stoffverbrauch stattfindet, ungleich größer als anderswo zu sein pflegen.

Ein Seitenstück zu diesem Fall, wo mehrere Leibesabschnitte mit Einem Stigmenpaar vorlieb nehmen müssen, findet sich übrigens auch hinsichtlich des Kopfes, der niemals dergleichen Löcher trägt, sondern die Rumpflüfter für sich arbeiten läßt, und dann ferner an der Grenze zwischen Brust und Bauch, wo gleichfalls, z. B. bei den Heuschrecken und Cicaden, Ein Stigmenpaar für zwei Ringe den Luftbedarf zu schöpfen hat, was denn freilich gegenüber dem später zu erwähnenden Verhalten, wo der Gasaustausch des gesammten Leibes gar nur durch ein einziges Luftloch vor sich geht, nicht viel sagen will.

Lehrreich ist es zu sehen, wie die bei den Larven frei und offen daliegenden Stigmen bei den vollendeten Thieren, wo der Hautpanzer sich mehr konsolidirt und die vorher einheitlichen Ringe in ein System unterschiedlicher nnd häufig ineinander geschobener harter und weichbleibender Platten sich sondern, größtentheils in sichere Verstecke sich zurück ziehen, ja oft ihre frühere Lage zu wechseln scheinen. Gewöhnlich hat man sie allerdings auf den seitlichen Gelenkshäuten, resp., an der Brust, und hier nicht selten in fast unauffindbaren Stellungen, zwischen den Seitenplatten zu suchen, sie kommen aber auch, z. B. bei den Käfern, scheinbar weiter nach oben, an die Ränder der Rücken- oder, wie bei den Wanzen und andern, *tiefer nach* unten, an den Grenzsaum der Bauchschienen zu liegen.

Mehr als an der Lagerungsweise dieser in Ansehung unseres eigenen Organismus so gar absonderlichen Gebilde wird aber der Leser an ihrer jeweiligen Form und Wirkungsweise Gefallen finden, wenn er sie nur erst, ordentlich zubereitet, unter dem Mikroskope, oder, um ihre Thätigkeit zu studiren, mit einer scharfen Lupe am lebendigen Thiere sich anschaut.

Fig. 177—180.

177. Etwas schematisch gehaltener Längsschnitt durch das Stigma und den daraus entspringenden Tracheenstamm eines Insektes. e, e' Chitincuticula, f, f' zellige Mutterlage derselben. g, g' Bindegewebige Stützmembran. h Spiralfaden der Tracheencuticula. d, c äußere Stigmenlippen. a b c innerer Verschlußring einer Vanessa (letzterer nach H. Landois).

178 Stigma einer Raupe, 179 einer Schnarrheuschrecke und 180 eines Zweiflüglers (mit den beiden als Stimmbänder functionirenden Lippen c, b Muskel).

Die Stigmen sind nämlich keine einfachen Löcher oder Schlitze der Hautkruste, durch welche die Athemgase nach Belieben und ohne Wissen des Thieres ein- und ausgehen können, sondern freilich im kleinsten Maßstab ausgeführte Pförtchen oder Thüren mit Schloß und Riegel, welche vom Bewohner dieses ganzen wunderlichen Gebäudes geöffnet und geschlossen werden, so daß dieses unter Vermittlung des

Nervensystems die Regulirung der Luftaus- und Einfuhr vollkommen in seiner Gewalt hat.

Aber alle Thüren und Schlösser der Welt vermögen uns keinen genügenden Begriff zu geben von der Mannigfaltigkeit dieser respiratorischen Sperrvorrichtungen, und alle die architektonischen Verzierungen, mit denen man die Eingänge menschlicher Wohnstätten zu schmücken pflegt, werden von den tausendfältigen Skulpturen dieser minutiösen Pforten des Athemgehäuses wenigstens in dem Einen weit übertroffen, daß das dem Auge Gefällige hier meist auch einen praktischen Werth hat.

Eine ziemlich schmucklose Einrichtung wird dem Leser zunächst in Fig. 180 vorgestellt. Das ganze Stigma ist von einem einfachen, wie aus Ebenholz geschnitzten Rahmen umgeben. Das eigentliche Thor besteht aus zwei schön nußbraunen Flügeln, die sich aber nicht um eine Angel, sondern wie Schubthüren gegeneinander bewegen. Wirkliche drehbare Doppelthüren stellen dagegen die Stigmen vieler Netz- und Geradflügler vor (Figur 179); doch sind ihre Flügel nicht flach, sondern schalenartig, und so gleicht das Ganze mehr einer minutiösen Muschel, welche beständig auf- und zuklappt. Meist, z. B. bei den Schnarrheuschrecken, wird aber nur die eine größere Thür d gelüftet. Der nähere Mechanismus ist dann der. Die bewegliche Lippe stellt einen einarmigen Hebel dar, welcher mit der andern c, dem sog. Bügel, durch ein dem elastischen Schlußband der Bivalven ähnliches Scharnier (e) verknüpft ist. Am freien griffelartigen Ende des Hebels entspringt nun zunächst ein Muskel (b), der gegen die andere Lippe oder den „Verschlußbügel" hinübergeht. Die Zusammenziehung des Muskels bewirkt also den Verschluß der Stigmenspalte. Nach H. Landois, der diese schon von den ältern Kerfanatomen sehr genau beschriebene Vorrichtung näher studirte,

Fig. 181.

Tracheensystem einer weiblichen Landheuschrecke (Locusta viridissima). Die Luftröhren sind schwarz gehalten. Die entspringen an den Körperseiten und gehen Aeste ab in den Kopf, die Speicheldrüsen (Sp), den Kropf (Kr), die Leber (Le), die Malpighi'schen Gefäße (Mg), den Eierstock (Ei) u. s. w. Beiderseits der Ganglienkette (oG, Ba) bilden sie ein besonderes Tracheennetzwerk.

nichts anderes als eine Staubwehr oder ein Staubfiltrum, in welchem alle in der Außenluft befindlichen gröberen Verunreinigungen, die in den inneren Geweben böse Zustände erzeugen, oder gar die feinern Luftkapillaren verstopfen möchten, zurückgehalten werden.

So viel ist dem Leser wohl schon klar geworden, daß die Kerfstigmen, wenn wir sie schon mit analogen Gebilden unserer eigenen werthen Leiblichkeit vergleichen wollen, nicht dem äußeren Luftfang oder der Nase, sondern dem Anfang der Trachea oder dem Kehlkopf entsprechen.

Merkwürdig ist es nun zu gewahren, daß die beiden Lippen dieser kleinen Mündungen, welche wir zunächst als Verschlußvorrichtungen haben kennen lernen, unter Umständen auch zu Stimmbändern werden (Fig. 180 c), die von der zwischen ihnen gewaltsam herausgepreßten Luft angeblasen, jene vielfachen brummenden und summenden Geräusche hervorbringen, wie wir sie bei Bienen, Hummeln, Fliegen, Mücken u. s. w. oft zum Ueberdruß hören können, ohne indeß recht zu wissen, ob diese seltsame Musik lediglich eine Folge der Respiration und deren eigenthümlichen Werkzeuge ist, oder ob die betreffenden Kerfe beim Blasen dieser Zungenpfeifchen gelegentlich auch irgend welche Nebenabsicht verfolgen. Wer sich aber über den oft sehr kunstvollen Bau dieser Blasinstrumente, sowie über deren Handhabung und die dadurch hervorgebrachten Melodieen des Genauern unterrichten will, mag die einschlägige Arbeit Landois' zur Hand nehmen; wir erfreuen uns am meisten an der neuerdings gewonnenen Einsicht in die unendliche Bildsamkeit des zu allen nur erdenklichen Geräthschaften des Lebens tauglichen Chitinstoffes.

Dieß ist der Typus der Vertheilung und Form der Stigmen bei jenen Kerfen, welche beständig in der freien Luft athmen. Es gibt aber eine Menge Insekten, welche im Wasser leben, und trotzdem sie eigentlich niemals ganz aus demselben

Oeffnen wir nun vorsichtig und unter Wasser ein größeres lebendes Kerf, z. B. eine Laubheuschrecke (Fig. 181), so bietet sich ein geradezu bezaubernder Anblick. Hier sehen wir nicht einen einzigen Drosselbaum, sondern tausende und abertausende — ja die ganze Körperkapsel mit allen ihren Kammern und Gliedern ist ein einziges Luftröhren-Behältniß. Wohin das verwunderte Auge schweift, auf den Darm, auf das Herz, auf die Ganglienkette, auf die Geschlechts- und die vielfältigen andern Drüsenkörper, Anhänge und Fettlappen, überall die nämlichen Tracheen, aber stets in anderer buntwechselnder Erscheinung. Und welchen prächtigen Atlasschimmer diesen zarten Röhren die eingeschlossene Luft verleiht! Ist es doch, als ob sie mit dem reinsten, glänzendsten Quecksilber injicirt wären.

Ja, wer nur einmal auf dem dunkeln Untergrunde der Darmwand die schneeweißen, den subtilsten Silberfiligranen gleichenden Tracheenbäumchen und die wie aus Spinnfäden geflochtenen Wundernetze erblickt hat, der wird zugeben, daß die Natur eine zartere Bildung nimmer könnte hervorbringen.

Fig. 182.
Stück eines Hinterleibssegmentes des Todtenkopfschwärmers. m Muskeln sammt Tracheen. h Zarte Innenhaut (Stützmembran des Integumentes), die ihre feinen Luftröhrchen aus einem besonderen Stamm (tr) empfängt.

Und wenn wir meinen, daß ein „über alle Begriffe feingewordenes Tracheenreis" auch wirklich sein Ende erreicht habe und wir bringen nun das betreffende Gewebsstück unter's Mikroskop, so gewahren wir mit Erstaunen, daß der vermeintliche Endausläufer nur der Anfang, der Stamm eines neuen Baumes ist. Dazu kommen dann noch, um das ganze Bild zu vermannigfaltigen, kleine und große Bläschen und Säcke — bald vereinzelt, bald kettenartig dem schimmernden Röhrennetze an und *eingefügt*.

Stigmen versehen. Ganz eigenthümliche Surrogate zeigen uns aber manche Insekten während ihres Larvenzustandes. Leicht zu beschaffende Demonstrationsobjekte sind diesfalls zunächst die Larven der Stechschnacken, welche man, als kleine dickköpfige Würmchen, in Regenbottichen oft zu Millionen wimmeln sieht. Statt aller Athemlöcher haben sie weiter Nichts als einen von der Seite des vorletzten Leibesgliedes schief nach hinten vorspringenden Tubus, an dessen Spitze zwei größere Tracheenstämme ausmünden. Bringt man diese überaus ergötzlichen Thierchen in ein Trinkglas mit Wasser, so kommen sie ab und zu, und oft gleichzeitig in großer Menge, an den Wasserspiegel, an dem sie sich mittelst des entfalteten Borstenkranzes ihres Athemtubus kopfüber aufhängen, um nun in dieser komischen Stellung in aller Bequemlichkeit den erwünschten Gaswechsel vorzunehmen.

Der Leser erinnert sich vielleicht noch, daß viele Kerfe die fernrohrartig aus- und einziehbaren letzten Körperringe theils zur Uebertragung des Samens, theils zum Ablegen der Eier benützen. Wenn es sich nun nach menschlicher Vorstellungsweise auch etwas sonderbar anhört, daß gewisse Thiere nicht, wie wir, mit dem Munde, sondern mit dem andern Leibespole athmen, so wird man nach dem Obigen es doch ganz begreiflich finden, daß manche Insekten veranlaßt wurden, ihren Schwanz auch zu diesem Geschäfte herzugeben. Und was er für ausgezeichnete Dienste leistet! Bei der sog. Rattenschwanzlarve, welche man freilich in sehr unappetitlichen Pfützen aufsuchen muß, sind die in lange Röhren ausgezogenen Schlußsegmente geradezu mit dem Schlauche zu vergleichen, mit dem die am Grunde eines Wasserbeckens befindlichen Taucher ihren Luftbedarf an sich ziehen.

Dieses Ventilationsrohr der Schlammfliegenlarve gewährt aber noch den großen Vortheil, daß es, weil aus mehreren

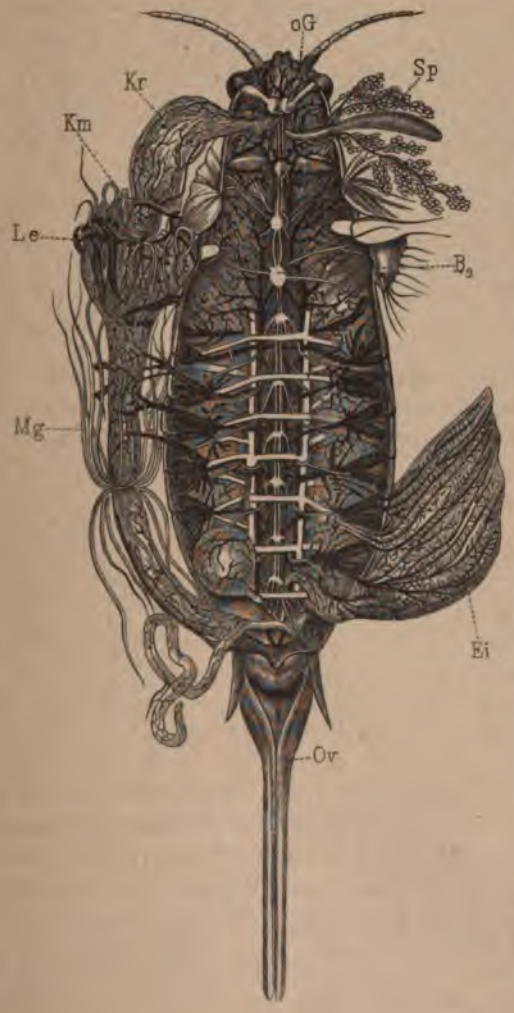


Fig. 181.

Tracheensystem einer weiblichen Laubheuschrecke (Locusta viridissima). Die Luftröhren sind schwarz gehalten. Sie entspringen an den Körperseiten und geben Aeste ab in den Kopf, die Speicheldrüsen (Sp), den Kropf (Kr), die Leber (Le), die Malpighi'schen Gefäße (Mg), den Eierstock (Ei) u. s. w. Beiderseits der Ganglienkette (oG, B₂) bilden sie ein besonderes Strickleiternetzsystem.

[illegible] aber die [illegible] Theile [illegible] werden, als wenn [illegible] Organe [illegible] wurden, die [illegible] vom direkten Athmungs [illegible] Athmungsorgane in Empfangung der [illegible] Stoffe vom den Nachbar[illegible] zu [illegible] hat.

Aber was sind denn eigentlich diese den ganzen Leib [illegible] Trachen? Nichts als besondere Theile, als [illegible] Fortsätze der äußeren Haut. Auf den ersten Blick [illegible] man [illegible] freilich nicht erkennen; denn wie grell [illegible] diese Gebilde, die wir als ein Muster [illegible] Feinen und Zweckmäßigen hinstellten, von dem starren [illegible] Jedermann ab! Die Sache klärt sich indeß, wie Fig. 189 (pag. 369) zeigt, sehr einfach auf. Die Trachen sind [illegible] Einstülpungen der äußeren Haut, nur haben die einzelnen Schichten derselben eine für die Gasdiffusion [illegible] Verdünnung beziehungsweise Modifikation erfahren. Das Epithelium, nämlich die einschichtige Zellhaut (F. 189 f), in ihrer [illegible] Natur bis vor kurzem total verkannt, ist [illegible] genau dieselbe, wie an der allgemeinen Körperdecke (f) und zeigt bisweilen auch eine ähnliche, gelbe, rothe oder [illegible] Pigmentirung. Das Gleiche gilt betreffs der zarten Fasern (g, g'), welche sie auswendig bekleidet. Nur die Cuticula (e') möchte der Leser nicht wieder erkennen. Sie ist nämlich, wie dieß in ihrer Eigenschaft als Athemmembran auch sein muß, selbst in den großen Hauptstämmen, noch mehr aber in den feineren Verzweigungen von großer Zartheit und mit einer Eigenthümlichkeit behaftet, die uns, trotzdem wir sie schon in den verschiedensten Gestalten haben kennen lernen, von neuem in Erstaunen setzt. Das charakteristische Bild unserer Trachea ist dem Leser gegenwärtig. Es wird bedingt durch die ringförmigen Knorpeleinsätze, durch deren Spannung das Rohr stets klaffend erhalten und zugleich in hohem Grade elastisch gemacht wird. Genau dasselbe Princip

Oeffnen wir nun vorsichtig und unter Wasser ein größeres lebendes Kerf, z. B. eine Laubheuschrecke (Fig. 181), so bietet sich ein geradezu bezaubernder Anblick. Hier sehen wir nicht einen einzigen Drosselbaum, sondern tausende und abertausende — ja die ganze Körperkapsel mit allen ihren Kammern und Gliedern ist ein einziges Luftröhren-Behältniß. Wohin das verwunderte Auge schweift, auf den Darm, auf das Herz, auf die Ganglienkette, auf die Geschlechts- und die vielfältigen andern Drüsenkörper, Anhänge und Fettlappen, überall die nämlichen Tracheen, aber stets in anderer buntwechselnder Erscheinung. Und welchen prächtigen Atlasschimmer diesen zarten Röhren die eingeschlossene Luft verleiht! Ist es doch, als ob sie mit dem reinsten, glänzendsten Quecksilber injicirt wären.

Ja, wer nur einmal auf dem dunkeln Untergrunde der Darmwand die schneeweißen, den subtilsten Silberfiligranen gleichenden Tracheenbäumchen und die wie aus Spinnfäden geflochtenen Wundernetze erblickt hat, der wird zugeben, daß die Natur eine zartere Bildung nimmer könnte hervorbringen.

Fig. 182.
Stück eines Hinterleibssegmentes des Todtenkopfschwärmers. m Muskeln sammt Tracheen. h Zarte Innenhaut (Stützmembran des Integumentes), die ihre feinen Luftröhrchen aus einem besonderen Stamm (tr) empfängt.

Und wenn wir meinen, daß ein „über alle Begriffe feingewordenes Tracheenreis“ auch wirklich sein Ende erreicht habe und wir bringen nun das betreffende Gewebsstück unter's Mikroskop, so gewahren wir mit Erstaunen, daß der vermeintliche Endausläufer nur der Anfang, der Stamm eines neuen Baumes ist. Dazu kommen dann noch, um das ganze Bild zu vermannigfaltigen, kleine und große Bläschen und Säcke — bald vereinzelt, bald kettenartig dem schimmernden Röhrennetze an und eingefügt.

So lieblich aber auch das Tracheennetz anzuschauen, so unbequem findet es der Anatom. Es umstrickt und verknüpft ja alle Organe so fest, daß oft eine unsägliche Geduld dazu gehört, alle die Bindfäden zu lockern oder zu zerreißen, und häufig genug endet die Operation mit der Zerstörung dessen, was man eben hat isoliren wollen. Bei dieser innigen Ver-

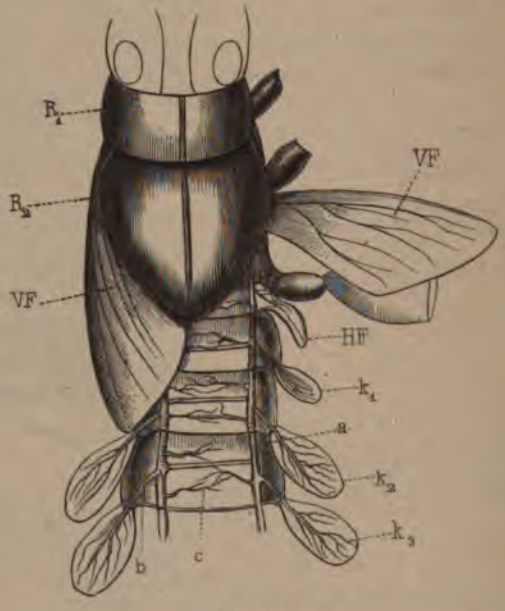


Fig. 183.
Cloeon dimidiatum, Larve. vF Vorder-, HF Hinterflügel, homolog den Tracheenkiemen (k_1—k_3) der Hinterleibssegmente a Längstracheenstamm, c innere Tracheenkapillaren, b zu den blattartigen Tracheenkiemen führender Ast. (Original.)

kettung aller Weichtheile ist es dann auch erklärlich, daß, wie man gar schön bei durchsichtigen Larven sieht, die geringfü*gigsten* Bewegungen in und an dem Körper alle Eingeweide

in Mitleidenschaft ziehen, und daß hinwiederum diese Zerrungen und Verschiebungen der Weichtheile auch die Bewegung des sie durchkreisenden Blutes beeinflussen.

So wirr und regellos aber, beim allerersten oberflächlichen Ansehen, die Kerfdrosseln durcheinander zu liegen scheinen, so wird doch ein aufmerksamer Beobachter auch hier bald den streng systematischen Verband herausfinden, der nun freilich von Gruppe zu Gruppe, ja oft von Gattung zu Gattung ein anderer ist. Eins des verbreitetsten und wir möchten beisetzen, eins der dem ganzen Baustyle der Kerfe angemessensten Schemen ist dieses. Ein paar große geräumige, vom Kopf bis zum After laufende Seitenstämme (Fig. 183 a) besorgen den Hauptverkehr. In sie münden, von den lateralen Stigmen her, und zwar von Ring zu Ring, die zuleitenden Kanäle ein (F. 181), während leitersprossenartige Zwischenröhren die wünschenswerthe Kommunikation vermitteln. Ein ähnliches, aber schmäleres und schwächeres Strickleitersystem zieht auch oben am Rücken, dem Herzen, und unten am Bauche, der Ganglienkette entlang (B_3), welches bald nur mit den lateralen Hauptstämmen, bald unmittelbar mit den Stigmen verbunden ist. Diese dreifache Hauptleitung bildet nun das grobe Gerüste, von dem die eigentlichen Drosselbäumchen und die feinen Capillaren ausgehen, welche die allseitige Vertheilung der Luft in den entsprechenden Bezirken zu besorgen haben.

Statt eines solchen einheitlichen Leitungsapparates, mit bald zwei, bald vier, bald acht Längsstämmen findet man anderwärts, z. B. bei den Cicaden, manchen Käfern u. s. w. nur eine Reihe von unter sich mehr oder weniger getrennten Segmentalsystemen. Hier wurzeln nämlich die Tracheenbäumchen unmittelbar in den Stigmen selbst, und zwar können in der Regel drei Pakete unterschieden werden, wovon eins in der Mittel-, ein zweites in der Rücken- und das dritte in der Bauchregion sich ausbreitet. Diese Anordnung

durchkriechenden Tracheen? Nichts als
röhrenartige Fortsätze der äußeren S
Blick möchte man ihnen das freilich
wie grell stechen diese Gefäße, die wi
Zarten, Feinen und Biegsamen hinstel
hölzernen Integumente ab! Die Sac
Fig. 180 (pag. 349) lehrt, sehr einfach
wahre Einstülpungen der äußeren Ha
zelnen Schichten derselben eine für
gemessene Verdünnung beziehungsweise
Das Wesentlichste, nämlich die einschicht
in ihrer wahren Natur bis vor kurz
vorerst genau dieselbe, wie an der allg
und zeigt bisweilen auch eine ähnlic
violette Pigmentirung. Das Gleiche g
Hülle (g, g'), welche sie auswendi
Chitinlage (e') möchte der Leser nicht
ist nämlich, wie dieß in ihrer Eigen
bran auch sein muß, selbst in den groß
mehr aber in den feinern Verzweigung
und mit einer Eigenthümlichkeit behaf

hat sich nach und nach — das Wie kennt freilich noch Niemand — am innern Chitinschlauch der Kerftracheen ausgeprägt. Wir getrauen uns zu sagen „nach und nach", weil es vom einfachen glatten Schlauch bis zur vollendetsten Tracheenform zahlreiche Uebergänge gibt. Letztere aber ist eine geradezu unübertreffliche Bildung, ein mechanisches non plus ultra. Das Kerftracheen-Chitinrohr ist nämlich nicht bloß mit Reifen umspannt, es ist vielmehr eine continuirliche Spiralfeder (h), welche sich sowohl mit Leichtigkeit zusammendrücken, als auch in die Länge ziehen und biegen läßt. Wenn man einen gröbern Tracheenstamm mit Präparirnadeln bearbeitet, so rollt er sich oft gegen unsern Willen zu einem elastischen Faden auf, und wenn dieser auch an den Theilungsstellen plötzlich aufhört, so setzen doch sofort andere, kunstvoll zwischen den Touren des ersten eingefügt, die endlosen Windungen weiter fort, bis endlich die ganze Chitinhaut, an den äußersten Enden, selbst so unsäglich fein wird, daß es gleichsam unmöglich wäre, darauf noch Verdickungen anzubringen.

Nun aber die Kardinalfrage: wie und wo tritt die Tracheenluft in Contakt und Wechselwirkung mit den zu expedirenden oder zu verbrennenden Körpersubstanzen? Bei den höhern Thieren haben wir eine durch die Blutkapillaren vermittelte innere oder Gewebsathmung und eine durch die eigentlichen Respirationsdrüsen, die Lungen und ihre Kapillaren zu bewerkstelligende äußere Athmung. Wesentlich anders ist's bei den Kerfen; hier ist alles Respiriren ein innerliches, ein die Elementartheile betreffendes, indem sozusagen jedes einzelne Organ, die Haut, der Darm, das Genitalsystem, das Herz, das Gehirn u. s. f. seine eigene, seine separate Lunge hat.

Die Begründung dieser Auffassung gibt das Folgende.

Das wahrhaftige Ende einer Trachea, d. h. der luftführenden Röhren ist dort zu suchen, wo ihre chitinöse

Innenhaut gänzlich abbricht und nichts mehr übrig bleibt, als der äußere zarte Hautschlauch. Diese Tracheenhülsen sind aber nichts weiter als Ausläufer einerseits gewisser Zellen, namentlich der fettführenden und andererseits jener Umhüllungshäute, welche die verschiedenen Organe theils äußerlich überziehen, theils in die bestehenden Lücken und Spalten sich einsenken. Danach ließen sich zunächst zweierlei Tracheenkapillaren unterscheiden. Solche, die direkt in Zellen übergehen, welche dann oft wie die Beeren einer Traube den Tracheenverästelungen aufsitzen, oder (Figur 171* c, d) von ihnen förmlich durchwachsen sind, und andere, welche theils gewisse Drüsenzellen nur umspinnen, vorzüglich aber an den rein animalischen Gewebselementen, den Muskel- und Nervenelementen sich verbreiten. Muthmaßlich stellt sich dann der innere Athmungsproceß so dar. Vielleicht mit Ausnahme der dicksten Hauptstämme ist die Innenhaut der Tracheen, namentlich zwischen ihren verdickten Stellen zart genug, daß allenthalben eine Auswechslung oder Diffusion ihrer Gase mit jenen des sie überall umspülenden Blutes möglich ist. Weitaus am geeignetsten sind aber hiezu die gewissen den Tracheenenden aufsitzenden Zellen- und Zellkomplexe des Fettkörpers. Hier möchte aber dann abermals ein doppelter Vorgang zu unterscheiden sein, nämlich der Stoffwechsel, den der Inhalt dieser Zellen als solcher mit der Tracheenluft eingeht und jener, den sie als Zwischenwerkzeuge, nämlich an Stelle des Blutes, das ja nirgends unmittelbar mit der äußeren Luft zusammen kommt, unterhalten. Oder ist es nicht sehr wahrscheinlich, daß bei jedem Athemzug eine ansehnliche Quantität der in den echten Fettzellen aufgespeicherten Kohlenhydrate direkt zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird? In dem Sinne darf man dann diese Gewebselemente wohl kurzweg als Respirations- oder Heizzellen bezeichnen. Eine *ähnliche, nämlich* theils direkte, theils indirekte Wirkung üben

auch die anderen an den Drüsen-, Muskel- und Nervenelmenten endenden Tracheen aus, und so ist es völlig unmöglich zu sagen, was in Bezug auf die Oxydirung der Gewebssubstanzen die Elementartheile des Körpers auf eigene Rechnung zu Stande bringen und was erst durch Intervention der allgemeinen Ernährungsflüssigkeit geschieht; genug, daß kein Gebilde einen Mangel leidet, sondern auf die eine oder auf die andere Weise das Nöthige an sich ziehen und das Verbrauchte beseitigen kann.

Ja, wird denn aber auch das Tracheennetz regelmäßig ventilirt, und auf welche Weise geschieht dieß? Einer gar naiven Ansicht huldigte in dieser Beziehung der sonst so große Reaumur. Er meinte, daß die Kerfe die Außenluft durch die Stigmen ein-; die mit Kohlensäure überladene Binnenluft hingegen theils durch den Mund, theils durch den After und die Hautporen ausathmeten. Indessen hatte doch schon Vauquelin das Richtige getroffen, indem er den Bauch, „der sich erweitern und verengen, verlängern und verkürzen, erheben und niederlassen kann", für das Hauptorgan der Athmung ansah, während Chabrier wieder der Meinung war, daß der Bauch nur zum Ein- und die Brust nur zum Ausathmen bestimmt sei, eine Anschauung, die freilich nicht vollkommen, aber doch z. Th. richtig ist.

Die rythmischen Volumsveränderungen der Leibeshöhle, welche durch die in bestimmten Pausen aufeinanderfolgenden Zusammenziehungen und Erschlaffungen der abdominalen Segmentalmuskeln bewirkt werden, kennen wir bereits vgl. (Fig. 70 S. 111). Aehnlich nun wie das gegliederte Herz ein Druck- und Saugwerk für das flüssige Leibesmedium, das Blut ist, so ist das geringelte Kerfabdomen ein solches für das gasförmige oder die Körperluft.

Das Tracheennetz mitsammt dem ganzen Weichkörper haben wir schon wiederholt mit einer Lunge verglichen, die,

mit der Wand des Athemkastens unzertrennlich verwachsen ist. Wird nun der äußere Hautschlauch zusammengeschnürt, so pflanzt sich der dadurch auf die inneren Weichtheile und das Blut ausgeübte Druck auch allseitig auf seine leicht komprimabeln Einstülpungen, d. i. auf die Tracheen fort. In Folge der dadurch gesteigerten Spannkraft der Binnenluft muß sich nun durch die Stigmen wieder das Gleichgewicht mit der äußern Luft herstellen, d. h. es muß ein Theil der verdichteten Tracheenluft das Weite suchen. Dieß ist also die Exspiration. Erschlaffen dann aber die Exspirationsmuskeln, so kehrt theils in Folge seiner eigenen Elasticität, theils in Folge der Spannkraft des unnatürlich zusammengezwängten Weichkörpers der äußere Hautschlauch wieder in die „ruhende Form" zurück, und dasselbe thun auch seine gleichsam wieder frei aufathmenden internen Spiralfedern oder die Luftröhren. Jetzt ist aber das Uebergewicht der Expansionskraft auf Seite der Außenluft, welche denn auch sofort in die luftverdünnten Hohlräume hineinstürzt, womit also die Inspiration vollzogen ist.

Aber wie, fragen wir nun, soll denn bei der Komprimirung des Hinterleibes die Luft aus den inkomprimabeln Theilen, also namentlich aus dessen starren Seitenröhren, den Fühlern, Beinen, Flügeln u. s. w. ausgetrieben werden, ja wird sie nicht im Gegentheile aus dem eigentlichen Athemgehäuse sich dorthin flüchten, und angenommen auch, daß sie dort durch den allseitig sich fortpflanzenden Blutdruck resp. durch die gewissen pulsirenden Membranen etwas komprimirt wird, dennoch, da der Gegendruck in der eigentlichen Athemmaschine jedenfalls viel stärker ist, dort sozusagen gefangen gehalten werden? Darauf scheint in der That noch Niemand gedacht zu haben. Die inkomprimabeln Kerfabschnitte athmen wirklich entgegengesetzt wie die und alternirend mit den andern, d. h. für sie ist der erweiterte Hinter-

die abenteuerliche Gesichtsmaske genug seltsam macht, ch der Gegenpol höchst sonderbar. Das Darmendstück nämlich eine einzige vielblätterige Tracheenkieme, welche besondere Muskeln pumpstengelartig im hintern abschnitte aus- und eingezogen wird. Geht der Stempel , so stürzt durch den After ein Strom Wasser in seine erte Höhlung hinein, das dann wieder in einem heftigen hle herausgestoßen wird, wenn jener zurückfedert. Aehn- wie bei den Tintenfischen, wird diese zunächst im Interesse Athmung in Scene gesetzte Pumpbewegung zugleich als mächtiges Vehikel der Lokomotion benützt. —

Zuletzt wäre noch Eines auszusprechen. Die Flügel, diese kteristischesten Organe der Insekten, wurden oben als dem eben angepaßte Tracheenkiemen angesprochen. Nach dem was wir bezüglich der Entstehung der letztern eben er- n, können wir sie — auf ihre Primitivanlage zurück ge- — geradezu als aus dem Bedürfniß nach leb- ferer Athmung und Bewegung entsprungene hnitte des integumentalen Tracheennetzes chnen.

Flügel und Tracheen sind also eigentlich nur verschiedene, sich gegenseitig bedingende, ifirirende und vervollkommnende Gattungen n Luftwerkzeugen, die, im brüderlichen Ver- , das Insekt, [illegible] köstlichste und gelun- e aller Luf[illegible]ten. —

[illegible]hältigung, Erneuerung [illegible]lm- und Weiterbildung [illegible] aller organischen Naturen,

wie und durch welche Mittel die in ihren Tracheen fest eingeschlossene und scheinbar stagnirende Luft dennoch bewegt und erneuert wird, das müssen wir noch kurz anzeigen.

Wenn man eine eben aus dem Ei geschlüpfte Frühlingsfliegenlarve, in einem Tropfen Wasser, das ihr Medium ist, unters Mikroskop legt, so bemerkt man, wenigstens in Momenten, wo das lebhaft zappelnde Ding eine Ruhepause macht, daß ihr durch die glashelle Körperdecke nicht im geringsten verschleiertes Tracheensystem im ganzen und großen dem obengeschilderten Schema der meisten Freiathmer entspricht. Wir können speciell die großen Längsgefäße und die daraus entspringenden Kapillarröhren unterscheiden, welche die direkte innere oder Gewebsathmung besorgen. Nun, und wie wird die bei letzterer verunreinigte Luft der Tracheenhaargefäße nach außen geschafft und durch sauerstoffreiche ersetzt? Es ist, wenn auch nirgends deutlich ausgesprochen, die einfachste und sinnreichste Einrichtung, die es geben kann, eine Einrichtung, welche wenn die von den modernen Physiologen gemachte Unterscheidung in eine innere und äußere Athmung noch nicht bestünde, dieselbe nothwendig hervorrufen müßte. Was bei der Kärderlarve durch die inneren Tracheenkapillaren an der Luft verdorben wird, das wird durch die äußeren oder Hautkapillaren wieder gut gemacht. Bei aufmerksamer Musterung unseres Objektes sehen wir nämlich, daß die seitlichen Luftkanäle, welche bei den Freiathmern zu den Oeffnungen des Athemkastens hinführen, hier, in unzählige feinste Haargefäße zertheilt, an die Haut hintreten, wodurch denn eine Art Hautlunge, d. i. ein integumentales Luftkapillarsystem entsteht, das mit dem äußeren Medium, d. i. dem luftgespeisten Wasser, einen genau aequivalenten Gasaustausch unterhält, wie das innerliche mit dem Blut und den übrigen Weichgeweben.

Diesen Dienst kann aber die Haut der Athmung offenbar nur bei Thieren leisten, die im Wasser oder, wie manche Springschwänze, deren Tracheen nach Lubbock aus einem Kapillarnetz des Kopfes gespeist werden sollen, doch mehr an feuchten Orten leben, und ferner auch nur insolange, als sie, bei jugendlichen Thieren, eine hinlängliche Zartheit besitzen. Dafür sehen wir aber bei ältern Wasserkerflarven in demselben Maße, als ihr Integument verharscht, nach und nach aus demselben zartwandige Ausstülpungen hervorwachsen, die aber hier weniger zur direkten Desoxydirung des Blutes, d. h. als einfache Kiemen denn als geräumige Hülsen dienen, in welchen die Hautkapillaren oder Luftsaugadern in Form dichter, aus Millionen der feinsten Röhrchen bestehenden Büscheln genugsam sich entfalten können. (Fig. 171 S. 333.)

Aber wie viele Modifikationen bieten uns diese merkwürdigen Organe nach ihrer Form, Größe, Lagerung und Zahl im einzelnem dar, wobei der allmälige Stufengang von ganz einfachen zu immer vollkommeneren Bildungen dem vergleichenden Forscher nicht verborgen bleiben kann.

Manche dieser Tracheenkiemen, wie wir sie z. B. bei mehreren Fliegen- und Käferlarven sehen, sind nichts weiter als über den gesammten Körper regellos vertheilte Hautwarzen. Nicht viel anders ist es bei gewissen Mottenlarven und Kärdern, während sie bei den meisten der letzteren in Form langer im Wasser flötzender Fäden, Fransen oder Büschel ausschließlich den Hinterleib auszeichnen und ihm ein gar seltsames Aussehen verleihen. Hinwiederum sind bei den Larven mancher Perliden diese Gebilde auf die Brust beschränkt, oder sie hängen zugleich, wie auch bei den Sialiden, als zierliche Federn oder Zotten vom Bauch herab (F. 50 S. 88)

Als die vollkommensten Organe dieser Art sind aber ohne Zweifel die schon mehr genannten paarweise an den Seiten des Hinterleibes entspringenden, meist blattartigen

Geschlechter, d. h. die „weiblichen“ oder ausschließlich Eizellen producirenden und die „männlichen“ oder ausschließlich Samenzellen hervorbringenden Zeugungsindividuen stehen nämlich nicht zu einander in einem polaren Gegensatz; sie sind nur auf dem Princip der Ersparung von Kraft und Zeit beruhende und durch das leicht zu erklärende Verkümmern einer der beiden Zeugungsdrüsen bei den ursprünglich zwitterigen oder richtiger einheitlichen Zeugungswesen hervorgerufene Theilerscheinungen oder Spaltungen der letzteren, und die vielfachen spontanen Vorkommnisse von Hermaphroditismus bei bereits getrennt geschlechtlichen Wesen bedeuten in der Regel nichts anderes als eine Restitution, als eine Wiederherstellung des seinerzeit verloren gegangenen zweiten oder komplementären Keimorganes.

Ermöglicht, begünstigt und immer weiter ausgeprägt wird aber ein solches räumliches und morphologisches Auseinandergehen der beiderlei Zeugungswesen durch die stufenweise Zunahme und den gesteigerten Gebrauch der lokomotorischen Organe, sowie des Orientirungs- und Beziehungsapparates überhaupt, in Folge dessen die beiden zu gemeinsamer Zeugungsarbeit berufenen Geschlechter, wenn sie auch, ihren verschiedenen Gewohnheiten nachgehend noch soweit von einander sich entfernen, dennoch, wenn sich das unausbleibliche Verlangen nach gegenseitiger Vereinigung oder Kopulation einstellt, sich aufzufinden und einander zu nähern vermögen, während hingegen Organismen, welche, wie z. B. die meisten Pflanzen und die ihnen in mancher Beziehung analogen Pflanzen- oder Stockthiere, sich gar nicht, oder, wie z. B. viele Schnecken, doch nur sehr träge und langsam von der Stelle bewegen können, nothwendig zu beständigem Diöcesismus verdammt sind, falls nicht äußere Lokomotoren, wie Wind und Wasser, die von den getrennten Zeugungswesen

schon die abenteuerliche Gesichtsmaske genug seltsam macht, ist auch der Gegenpol höchst sonderbar. Das Darmendstück bildet nämlich eine einzige vielblätterige Tracheenkieme, welche durch besondere Muskeln pumpstengelartig im hintern Leibesabschnitte aus- und eingezogen wird. Geht der Stempel zurück, so stürzt durch den After ein Strom Wasser in seine erweiterte Höhlung hinein, das dann wieder in einem heftigen Strahle herausgestoßen wird, wenn jener zurückfedert. Aehnlich wie bei den Tintenfischen, wird diese zunächst im Interesse der Athmung in Scene gesetzte Pumpbewegung zugleich als ein mächtiges Vehikel der Lokomotion benützt. —

Zuletzt wäre noch Eines auszusprechen. Die Flügel, diese charakteristischesten Organe der Insekten, wurden oben als dem Luftleben angepaßte Tracheenkiemen angesprochen. Nach dem nun, was wir bezüglich der Entstehung der letztern eben erfuhren, können wir sie — auf ihre Primitivanlage zurück geführt — geradezu als aus dem Bedürfniß nach lebhafterer Athmung und Bewegung entsprungene Abschnitte des integumentalen Tracheennetzes bezeichnen.

Flügel und Tracheen sind also eigentlich nur zwei verschiedene, sich gegenseitig bedingende, modificirende und vervollkommnende Gattungen von Luftwerkzeugen, die, im brüderlichen Verbande, das Insekt, dieses köstlichste und gelungenste aller Luftthiere, hervorbrachten. —

XII. Kapitel.

Fortpflanzungsapparat.

Jene den Fortbestand, die Vervielfältigung, Erneuerung und damit zugleich die beständige Um- und Weiterbildung der Lebewelt bedingende Funktion aller organischen Naturen,

die Weiber der Bienenbremen (S. 64), gleich Schmarotzer-würmern, in der Haut verschiedener Aderflügler, und jene gewisser Motten (Psychiden), gleichfalls madenartige, elende und schutzbedürftige Existenzen, in selbstgefertigten Röhrenhäuschen stecken, indeß ihre Männer, mit Flügeln und allem, was zum Insekt gehört, ausgestattet, munter in den Lüften gaukeln! Aber eben dieses Beispiel lehrt uns, warum und wie es so kommen mußte, sie lehrt uns die gestaltende Macht der lebendig sich durchkreuzenden Verhältnisse. Das Weib, eine oft kolossale und schwere Menge von Kiemen bergend, und, um sie zu entwicklungsfähigen Eiern heranzubilden, zu ununterbrochener Nahrungsaufnahme von der Natur gezwungen, wird wenig Veranlassung haben, wenn es nicht der lokal eintretende Futtermangel erheischt, sich viele Lokomotion zu machen und dadurch das mühselig erworbene Eimaterial zu vergeuden. In Folge dieses Prävalirens der vegetativen Verrichtungen und des Nichtgebrauches der specifisch animalischen Werkzeuge werden aber, zu Gunsten der erstern, die letztern immer mehr eingehen.

Wie schlimm würde es aber um die Fortpflanzung bestellt sein, wenn die Männchen, die an ihren, im Vergleich zu den Eierstöcken verhältnißmäßig kleinen Hoden nicht schwer zu tragen haben, sich nicht allerwärts herumtrieben, um die schwer beweglichen und oft auch schwer erregbaren Weibchen aufzusuchen und sie durch allerlei Künste zur Erfüllung ihrer Pflicht willig und bereit zu machen? Und so muß denn in der That die Unvollkommenheit des einen Geschlechts eine höhere Vollendung des andern hervorrufen. — Der Natur ist aber nicht nur sehr daran gelegen, die Männchen in Bezug auf ihren Lokomotions- und Orientirungsapparat immer besser zu stellen, sie verleiht ihnen noch allerlei scheinbar unnöthige Zierrathen und Hülfsorgane, um sie dadurch für das andere Geschlecht möglichst anziehend, ja unwiderstehlich zu machen.

hervorgehen kann, das denn, mit seinen differenten Theilen, nichts anderes als eine Wiederholung jenes früher erwähnten, wohl organisirten Zellstaates oder Zellstockes im Großen ist.

Wesentlich verschieden von diesen einfachsten und ursprünglichsten Arten der Fortpflanzung scheint jene durch Keimung zu sein. Im Grunde besehen sind aber die betreffenden Fortpflanzungskörper doch nur innerliche, nur verborgene oder verhüllte Knospen, und wenn wir sie meist, aber bei gleichzeitiger Vermehrung ihrer Zahl, so gar unansehnlich, ja in der Regel auf die Stufe eines einzigen Elementartheiles, d. i. einer Keimzelle herabsinken sehen, so entspricht dieß ganz der Oekonomie der zu höhern Leistungen sich emporschwingenden Organismen, welche, ohne sich völlig erschöpfen zu müssen, dennoch, die Vermehrung im Großen zu treiben, Anlaß genug haben.

Eine merkwürdige, aber hinsichtlich ihrer Veranlassung noch immer, ja wahrscheinlich für immer ins tiefste Dunkel gehüllte Weiterentwicklung und Steigerung des Zeugungsphänomens liegt nun darin, daß der Keimstock, d. i. das innere und einheitliche Zeugungsorgan, in der Weise sich sondert und spaltet, daß ein Theil desselben nur den Keimzellen äußerlich oft ganz identische Gebilde, nämlich Eizellen hervorbringt, während der andere eine wenigstens qualitativ ganz verschiedene Gattung von Keimelementen, nämlich die Samenzellen resp. die „Samenthierchen" (Spermatozoen) erzeugt, welche letztere mit den erstern sich verbinden, gleichsam sich damit kopuliren oder, wie man sagt sie befruchten müssen, um sie entwicklungsfähig zu machen, oder wenigstens den sonst in der Regel latent bleibenden Entfaltungstrieb zu wecken.

Leichter als diese innerliche Theilung oder Duplicität des Zeugungsapparates und der Zeugungsstoffe verstehen wir schon die äußerliche Trennung und Abtheilung, d. i. den Dualismus der Zeugungspersonen. Die beiden

Geschlechter, d. h. die „weiblichen“ oder ausschließlich Eizellen producirenden und die „männlichen“ oder ausschließlich Samenzellen hervorbringenden Zeugungsindividuen stehen nämlich nicht zu einander in einem polaren Gegensatz; sie sind nur auf dem Princip der Ersparung von Kraft und Zeit beruhende und durch das leicht zu erklärende Verkümmern einer der beiden Zeugungsdrüsen bei den ursprünglich zwitterigen oder richtiger einheitlichen Zeugungswesen hervorgerufene Theilerscheinungen oder Spaltungen der letzteren, und die vielfachen spontanen Vorkommnisse von Hermaphroditismus bei bereits getrennt geschlechtlichen Wesen bedeuten in der Regel nichts anderes als eine Restitution, als eine Wiederherstellung des seinerzeit verloren gegangenen zweiten oder komplementären Keimorganes.

Ermöglicht, begünstigt und immer weiter ausgeprägt wird aber ein solches räumliches und morphologisches Auseinandergehen der beiderlei Zeugungswesen durch die stufenweise Zunahme und den gesteigerten Gebrauch der lokomotorischen Organe, sowie des Orientirungs- und Beziehungsapparates überhaupt, in Folge dessen die beiden zu gemeinsamer Zeugungsarbeit berufenen Geschlechter, wenn sie auch, ihren verschiedenen Gewohnheiten nachgehend noch soweit von einander sich entfernen, dennoch, wenn sich das unausbleibliche Verlangen nach gegenseitiger Vereinigung oder Kopulation einstellt, sich aufzufinden und einander zu nähern vermögen, während hingegen Organismen, welche, wie z. B. die meisten Pflanzen und die ihnen in mancher Beziehung analogen Pflanzen- oder Stockthiere, sich gar nicht, oder, wie z. B. viele Schnecken, doch nur sehr träge und langsam von der Stelle bewegen können, nothwendig zu beständigem Diöcesismus verdammt sind, falls nicht äußere Lokomotoren, wie Wind und Wasser, die von den getrennten Zeugungswesen

abgesonderten und des gegenseitigen Kontaktes bedürftigen Fortpflanzungsprodukte zusammenbringen.

Für welche Organismen möchte sich aber nun die Zweigeschlechtigkeit, die differencirteste und vollendetste Zeugungsform besser schicken und bei welchen möchte die ganze Arbeitstheilung auf dem Gebiete des Geschlechslebens einen höhern anatomischen Ausdruck erhalten haben als eben bei den Insekten, diesen mobilsten, flüchtigsten, unruhigsten, energischesten und sonderlüstigsten aller thierischen Existenzen?

Und in der That, wenn wir von der geradezu schreienden Mesalliance bei etlichen Rankenfüßlern absehen, deren Männchen, die knirpsigsten Zwerge, die es gibt, oft nicht einmal den tausendsten Theil von der Größe der Weibchen erreichen, so ist der äußere sexuelle Dimorphismus oder der Geschlechtskontrast nirgends, auch nur annähernd, so auffallend, wie bei den Kerfen, von denen es nicht zu viel ist zu sagen, daß die ohnehin ungeheuerliche Mannigfaltigkeit ihrer Formen durch den Zwiespalt und den Wettstreit der Geschlechter noch verdoppelt worden.

Bei der organischen und biologischen Verschiedenheit der Einzelwesen muß freilich diese Differenz sehr verschiedene Grade haben. Es gibt Insekten, z. B. viele Käfer, Wanzen u. s. w., bei denen Mann und Weib einander so vollständig gleich sehen, daß sie nur der Specialist mit Hilfe der specifischen oder primären Geschlechtsmerkmale zu unterscheiden vermag; es gibt aber andere, und in allen Abtheilungen, deren beide Geschlechter, getrennt betrachtet, einander so unähnlich sind, daß man sie häufig in verschiedene Gattungen, ja Familien einreihte und hinterher nicht wenig erstaunt, ja verblüfft war, wenn man diese heterogenen Formen, zum zeugenden Doppelwesen, zur geschlechtlichen Zweieinigkeit verbunden, die Freuden der Liebe genießen sah.

Ist es nöthig, dem Leser in Erinnerung zu rufen, daß

dürfen, und dann, was wohl kaum wo deutlicher, daß
weiblichen und die männlichen Zeugungsorgane äußerlich, u
zwar Theil für Theil, einander so täuschend nachgeahmt si
daß die vielfach vorgekommenen Verwechslungen sich leicht e
schuldigen lassen. Lehrreich für die Wertschätzung und Unte
scheidung der auf das Innerliche und Aeußerli
getrennt einwirkenden Agentien ist es aber
sehen, daß die innerliche Conformität dieser Organe die Na

Fig. 185*.
Ameisenzwitter, links Weib, rechts Mann (in Wirklichkeit umge

nicht hindert, die beiden Geschlechter äußerlich ab
während hingegen neben der innerlichen Verschiedo
ursprüngliche äußere Identität ganz wohl bestehen k

Die oben erwähnte Halbirung des ganzen Zeugun
tes und die so eben ausgesprochene Form-Convergen
zelnen weiblichen und männlichen Organe macht es

Oder läßt es sich anders denken, als daß das in die prächtigsten Hochzeitsgewänder gehüllte Falter- oder Libellenmännchen auf seine Auserwählte einen bezaubernden Eindruck macht, und könnte der Heuschreck seiner Gattin wohl in einer schicklichern Ausrüstung sich nahen, als mit der wohlbesaiteten für ihr Ohr gewiß sehr melodisch tönenden Fidel? —

Ja die Natur hat, um die Zeugung zu fördern, wirklich seltsame Erfindungen gemacht und zur Erreichung des Höchsten, um das es ihr zu thun, selbst die kleinlichsten, die lächerlichsten Mittel nicht verschmäht. —

Aber das ist nicht Alles. Es sind nicht bloß die Männchen, ihrer äußern Natur nach, von den Weibchen verschieden, sie sind es oft auch untereinander, indem sie, unter ganz abweichenden Trachten mitsammen um die Gunst der letzteren rivalisiren. Mit andern Worten, der Dimorphismus, die Zweigestaltigkeit, betrifft nicht nur das komplete Zeugungswesen, oder, wie wir es schon genannt, die sexuelle Zweieinigkeitsperson, sondern, in vereinzelten Fällen, auch jedes einzelne Geschlecht, das indeß nicht bloß unter zwei, sondern selbst unter drei, ja, wenn wir uns nicht durch Worte binden lassen wollen, oft unter sehr vielen Gestalten sein Glück zu machen sucht.

Aber auch damit hat die aller Schranken spottende Bildsamkeit des Kerfwesens noch lange nicht den höchsten Grad erreicht.

Bei den zu staatlichen Gemeinwesen verbundenen Aderflüglern, bei den Bienen, Ameisen, gewissen Wespen u. s. w. sowie bei den Termiten, bei welchen nicht bloß das Geschäft der Fortpflanzung, sondern auch die Ernährung und Erziehung des Erzeugten im großen Maßstabe kultivirt wird, hat die Natur eben im Interesse einer möglichst zahlreichen und kräftigen Nachkommenschaft die Theilung der Arbeit soweit getrieben, daß gewisse, ursprünglich geschlechtlich differencirte und gelegentlich auch jetzt noch producirende Individuen gegenwärtig nur mehr für die Ernährung und Pflege der eigentlichen

Geschlechtsthiere und ihrer Brut zu sorgen haben, die denn nun, aller Sorgen um die materiellen Interessen enthoben, sich ganz und ungetheilt ihrem heiligen Amte widmen können, während hinwiederum die kostbare Zeit und Arbeitskraft der Nähr-, Pfleg-, Bau- und Kriegerindividuen, bald Eunuchen, bald Vestalinen, nicht durch sexuelle Ausschweifungen vergeudet werden.

Um aber nicht das andere Extrem zu vergessen und den ursprünglichen indifferenten Zustand, aus dem so komplicirte ja zur Verwunderung vollkommene Einrichtungen allmälig hervorgegangen, müssen wir, dem zweiten Bande vorgreifend, noch kurz erwähnen, einmal, daß manche Kerfweibchen, ohne einen Mann zu „erkennen", zeugungsfähig sind und dann, was aber vielleicht nur ein niedriger Grad derselben Erscheinung, daß manche Kerfe, scheinbar in einem noch ungeschlechtlichen Zustand und z. Th. schon als Puppen und Larven, keimähnliche Fortpflanzungsprodukte liefern, eine Erscheinung, die aber stets nur alternirend mit der gewöhnlichen Zeugungsart vorkommt.

Nunmehr aber halten wir den Leser für genug vorbereitet, um, in das Besondere eingehend, sich dafür zu interessiren, wie denn die Apparate beschaffen sind, in welchen die beiden Zeugungsprodukte gebildet und abgesondert werden, und wie es ferner mit der Natur und der Entwicklung der letzteren bestellt ist.

Die inneren Geschlechtstheile der Insekten entsprechen ganz und gar der seitlich symmetrischen Anlage des Gesammtkörpers, indem sie, wie die meisten andern Organe (Fig. 184 und 185), paarweise auftreten. Vollkommen getrennt erhalten sich aber bei den Kerfen nur die eigentlichen Keimdrüsen also die Eierstöcke (Fig. 184 ov) und die Hoden (Fig. 185 ho), sowie deren gleichfalls drüsige Beiorgane (dr) und eine Strecke ihrer Ausführungsgänge oder Leitungskanäle, d. h. die Eier- (el) und die Samenleiter (sl) die sich aber dann, und dieß offenbar aus Ersparungsgründen, im weiteren

Verlauf zu einem gemeinsamen mittleren Gange, nämlich der Scheide (sch) resp. dem Samenausspritzungskanale (ag) vereinigen, während z. B. bei vielen Krebsen und auch bei gewissen Tausendfüßern (sowie bei der Chironomuspuppe) die genannten Röhren bis zu ihrer äußeren Mündung einen vollständig getrennten Verlauf nehmen, so daß also hier zwei separate Scheidenejngänge und ebenso zwei separate Ruthen vorhanden sind, was denn bei näherer Betrachtung, so viel heißt, daß hier jede der beiden Körperhälften eine Zeugungsindividualität für sich vorstellt, in analoger Weise, wie bei den meisten gleichmäßig zerstückelten Ringelwürmern jedes einzelne Körperglied eine solche ist.

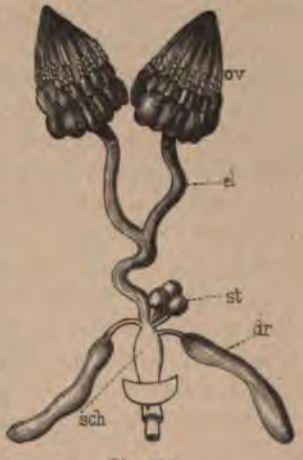


Fig. 184.
Weiblicher Geschlechtsapparat von Gymnosoma rotundata (Zweiflügler). ov Eierstock (ovarium), el Eileiter, dr Anhangs- oder Kittdrüsen. sch Scheide. st Samentaschen.

Aus der eben bewerkstelligten flüchtigen Anschauung und Vergleichung der innerlichen Kerfgenitalien lernen wir Zweierlei. Einmal, daß die Insekten auch in diesem Stücke keinen Anspruch auf Originalität erheben

Fig. 185.
Männlicher Geschlechtsapparat eines Borkenkäfers. ho Hoden oder Samendrüsen. sl Samenleiter. bl Samenblase oder Samenbehälter, dr Drüsenanhänge. ag unpaarer Samenausführungsgang. (ductus ejaculatorius.)

daß schließlich der gesammte, namentlich beim Termitenweibe bis zum Platzen auseinander gezerrte Hautschlauch, als eine einzige große Eierbüchse sich darstellt, die mittelst der eingepflanzten Füße nur mit Mühe weiter transportirt wird, während die Flügel, wenn solche überhaupt in angemessener Größe vorhanden, sich vergeblich anstrengen würden, eine solche lebendige Brutanstalt in die Höhe zu heben.

Zeugungsorgane der Männchen.

Wie billig, fangen wir ihre Beschreibung mit den wesentlichsten Theilen, d. i. den Hoden an, müssen aber hinsichtlich ihrer äußeren Gestalt auch sofort bekennen, daß wir da, dem Besondern Aufmerksamkeit und Bedeutung beilegend, in eine

Fig. 186.
Männlicher Geschlechtsapparat von Staphylinus erytropterus. ho Hoden, [illegible] (bei a) noch mit der Hülle, sl Samenleiter, dr Anhangsdrüsen, nu Ruthe [illegible] Etui, m Muskeln zu dessen Bewegung.

neue unendliche Welt hineingerathen. Wer die zahlreichen, diese Verhältnisse prächtig darstellenden Tafeln vom fruchtbarsten aller Entomotomen, von L. Dufour, zur Hand nimmt, der wird zugeben, daß, um ein geläufiges Gleich zu bringen, die Hoden der Kerfe noch weit verschiedenart sind, wie die gleichfalls von Gattung zu Gattung

verständlich, wie, und dieß sind gar keine seltenen Fälle, die eine Seite des Eierstocks durch einen Hoden, und umgekehrt ersetzt sein könne, wobei dann bezüglich der übrigen, unpaarigen Theile, bald mehr das eine bald das andere Geschlecht sich hervordrängt, und, betreffs der äußeren Erscheinung solcher Mannweiber, alle nur erdenklichen Kombinationen und Kreuzungen vorkommen, wenn auch in der Regel, in Uebereinstimmung mit der innerlichen Zweitheilung, die einfachen Verwachsungszwitter am häufigsten sind, welche uns dann den etwa bestehenden äußern Geschlechtsdimorphismus gar anschaulich in Einer Person vor Augen bringen. (Fig. 185*.)

Betreffs der Lagerung der Geschlechtstheile wissen wir bereits, daß sie dem Hinterleibe oder Bauche angehören, der ja überhaupt als der Heerd und Sammelort des vegetativen Lebens zu gelten hat, und ist deren Situirung, in der Nähe des Körperschwerpunktes, eine solche, daß sie relativ leicht getragen werden.

Ungemein verschieden ist aber ihre Massigkeit. Bei jungen Thieren oft ganz unansehnlich und in dem sie umhüllenden Tracheen- und Fettkörpernetz oft derart versteckt, daß sie nur ein guter Praktiker herauszuschälen vermag, drängen sie sich mit dem zunehmenden Alter immer mehr in den Vordergrund, während das genannte Fettgewebe, auf dessen Kosten sie sich zumeist vergrößern, entsprechend lockerer, ja oft völlig aufgezehrt wird.

Die männlichen Theile, im Allgemeinen, gemäß der Kleinheit der betreffenden Zeugungsprodukte, von relativ geringerer Größe, füllen aber doch nicht selten, man sehe den Schwimmkäfer in Fig. 59, S. 96 (ho, dr) an, die gesammte Bauchhöhle aus, während die oft so große und so zahlreiche Eier bergenden Ovarien sehr häufig bis in die Brust sich erstrecken, ja selbst, wo solches möglich, sogar den Kopf aus seiner Gelenkspfanne herausheben, so

daß schließlich der gesammte, namentlich beim Termitenweibe bis zum Platzen auseinander gezerrte Hautschlauch, als eine einzige große Eierbüchse sich darstellt, die mittelst der eingepflanzten Füße nur mit Mühe weiter transportirt wird, während die Flügel, wenn solche überhaupt in angemessener Größe vorhanden, sich vergeblich anstrengen würden, eine solche lebendige Brutanstalt in die Höhe zu heben.

Zeugungsorgane der Männchen.

Wie billig, fangen wir ihre Beschreibung mit den wesentlichsten Theilen, d. i. den Hoden an, müssen aber hinsichtlich ihrer äußeren Gestalt auch sofort bekennen, daß wir da, dem Besondern Aufmerksamkeit und Bedeutung beilegend, in eine

Fig. 186.
Männlicher Geschlechtsapparat von Staphylinus erytropterus. ho Hoden, links (bei a) noch mit der Hülle, sl Samenleiter, dr Anhangsdrüsen, nu Ruthe sammt Etui, m Muskeln zu dessen Bewegung.

neue unendliche Welt hineingerathen. Wer die zahlreichen, diese Verhältnisse prächtig darstellenden Tafeln vom fruchtbarsten aller Entomotomen, von L. Dufour, zur Hand nimmt, der wird zugeben, daß, um ein geläufiges Gleichniß zu bringen, die Hoden der Kerfe noch weit verschiedenartiger sind, wie die gleichfalls von Gattung zu Gattung sich

ändernden Blüthentheile aller höhern Pflanzen zusammengenommen.

Verhältnißmäßig einfach gestaltet sich ihr Bau bei vielen Raubkäfern. Hier ist nämlich jeder Hoden nichts Anderes, als (Fig. 186 ho) ein haardünnes und knäuelartig aufgewickeltes Röhrchen, dessen Länge, im gerade ausgespannten Zustand gemessen, jene des ganzen Körpers sicherlich mindestens um das Zehnfache übertreffen möchte. Dieser Samenröhrenknäuel steckt aber in einer besonderen Hülle, d. h. der alle innern Weichtheile umwickelnde und verkettende von Tracheen durchsponnene Fettkörper bildet ringsherum eine kontinuirliche äußere Scheide, zu der dann noch eine eigene von Muskeln übersponnene innere Kapsel dazu kommt. Das typische Verhalten (Fig. 185 ho) ist aber dieß, daß jeder Hoden sich radien- oder fingerförmig in mehrere kleinere Follikel gliedert, die aber selbst wieder ganze Bündel oder Bäume kleinerer Samendrüsen darstellen können. — Bemerkenswerth ist das Verhalten bei vielen Faltern, Aderflüglern (Scolia scabro) und einigen andern (Galleruca), wo beide Hoden, analog den meisten Bauchganglien, bis zur Berührung genähert und von einer gemeinsamen Kapsel umschlossen, den Eindruck eines unpaaren Organes machen.

Die Farbe der Hoden ist meist weißlich oder blaßgelblich, es gibt aber auch pomeranzengelb, carminroth, ja selbst violett pigmentirte.

Der feinere Bau und die Absonderung der Hoden wird sich am besten an ihrer in neuerer Zeit durch Bessels studirten Entwicklung erläutern lassen.

Fig. 187.
a Erste Anlage der Falter-Hoden, b weiteres Stadium, wo die primären Zellen sich in mehrere Stränge, die späteren Samenröhren oder Hodenfollikel gesondert haben. (Nach Bessels.)

Ihre erste Anlage (und das Gleiche gilt von den Ovarien) ist schon sehr frühzeitig, ja schon im Ei vor der anderer Organe nachzuweisen.

Bei eben ausgekrochenen Räupchen gewisser Falter (Zeuzera) erscheinen sie als kleine von einer sackartigen Hülle umschlossene Zellpakete. (Fig. 187 a.)

Nachdem sich die Zahl dieser embryonalen Samenzellen durch beständige Theilung bedeutend vermehrt hat, tritt eine angemessene Sonderung ein. Sie ordnen sich, gruppenweise, in mehrere Stränge und schwitzen ein häutiges und, wie sich eigentlich von selbst versteht, chitinöses Futteral, die sog. tunica intima aus (b). Damit sind die Samenröhren und also auch

Fig. 188.
a Samenmutterzelle. b Tochterzelle 1. Generation, c 2. Generation, d in einem späteren Stadium, wo sich innerhalb der gemeinsamen Zellhülle aus den eigentlichen Samenzellen die Samenfäden entwickeln. e Ein solches Samenkörperchen von der Seite, f von der Fläche. g Samenpatrone der Feldgrille.

die Hoden im Wesentlichen fertig, und fehlt zur Vollendung des ganzen Apparates nur noch, daß sich ein gleichfalls aus der Hodenanlage hervorgehender perlschnurartiger Zellstrang zum spätern Samenleiter umbildet, der natürlich zugleich mit den primitiven Hodenfollikeln in Fühlung treten muß.

Bedeutsam ist die Entwickelung des männlichen Zeugungs-

stoffes, in welcher Beziehung gerade die Insekten ganz klassische Objekte sind.

Die häutigen Hodenfollikel resp. Samenkanälchen sind, wie wir eben erfuhren, von einer Menge kleiner heller Zellkügelchen erfüllt. Die den Wänden anliegenden ordnen sich später zu einem einschichtigen Beleg oder Epithel, indeß die in der Mitte und frei bleibenden als die eigentlichen Samen- oder richtiger Samenmutterzellen zu betrachten sind. Nach Art eines sich furchenden oder klüftenden Eies, entwickeln sich in den letztern (Fig. 188 a), durch Theilung, zwei Generationen oder Bruten von Tochterzellen (b, c). Meist sieht man in den Mutter- oder Keimzellen 4—6, oft aber auch 20—40 und noch mehr solcher. Aus letztern gehen nun, durch wiederholte Sonderung, die eigentlichen Samenzellen hervor, welche aber, bei den Faltern wenigstens, paketweise in der allmälig zu einem Schlauch (d) sich umbildenden Hülle der Mutterzelle vereinigt bleiben.

Die im reifen Sperma schwimmenden Samenfäden oder Spermatozoen sind nun nichts anderes, als die umgewandelten Leiber der Samenzellen. Ihre typische Gestalt, ein kleines rundliches Köpfchen mit einem langen schlängelnden Schwanzfaden, ist die der höhern Thiere. Doch finden sich allerlei Abweichungen, ja bei hinlänglich scharfer Betrachtung möchte wohl fast jede Gattung ihre specifischen Samenkörper zeigen. Sehr eigenthümlich ist oft namentlich der Kopftheil. Schon vor Langem hat der um die Erforschung der Thierzeugung hochverdiente v. Siebold auf die pfeilzungenartigen Spermatozoenköpfe der Laubheuschrecken aufmerksam gemacht. In neuerer Zeit hat man aber auch nagelförmig und besonders schraubenartig gestaltete Bildungen kennen gelernt, während eine genauere Analyse des ursprünglich für homogen angesehenen Schwanztheiles einen von einem feinsten Axenfaden durchzogenen, aus verschieden dichten Gliedern zusammengesetzten Körper nach-

wies, von dem oft noch ein kleines Seitenschwänzchen absteht (e, f). Merkwürdige Samenkörper zeigen, was wir nebenbei bemerken, manche Krebse: einfache Kugeln mit radspeichenartigen Anhängen, womit sie sich lebhaft herumrollen, und ist auch das Verhalten der Wasserassel auffallend, wo sich der sonst so häufige Geschlechtsdimorphismus sogar auf die Samenfäden zu erstrecken scheint.

Ueberaus verschieden ist die Größe respektive die Länge der Samenfäden. Bei den meisten Kerfen kaum den vierzigsten Theil eines Millimeters messend, strecken sie sich bei vielen Geradflüglern und Käfern bis zu 2 Millimetern aus — indessen jene der Muschelkrebschen selbst das drei- bis vierfache der Körperlänge erreichen.

Da die Samenfäden meist nicht isolirt, sondern paketweise entstehen, so dürfen wir uns auch nicht wundern, daß wenigstens die Einer Brut angehörigen Spermatozoen auch noch nach ihrer Vollendung beisammen bleiben. Aber in welchen seltsamen Formen gefallen sich diese Samenthiergesellschaften! Meist wurmartige Stränge oder Ruthen und Büschel bildend ahmen sie unter Anderm bei den Loeustiden sogar die Gestalt zarter Dunenfedern nach.

Nun kommen wir zu den Gefäßen, welche die in den Hoden erzeugte Samenflüssigkeit nach außen führen. Was zunächst die paarigen, d. i. die Samenleiter (Fig. 185, 186 sl) angeht, so erscheinen sie oft nur als einfache Fortsetzungen der tubulösen Drüsenröhrchen. Nur verstärkt sich das zarte Muskelnetz, das der innern Röhrenwandung aufliegt. Die Samenleiter lieben aber in der Regel nicht den geraden und kürzesten Weg, sondern machen, analog wie bei uns selbst, mannigfache Biegungen, ja bei manchen Schnabelkerfen und Geradflüglern glauben wir in den knäuelartigen Verwickelungen sogar eine Art Nebenhoden zu erblicken. Bisweilen sind in diesen *Samengängen* auch weitere Behältnisse, die Samenblasen

(Fig. 185 bl) eingeschaltet, die hauptsächlich bei Kerfen am Platze sind, bei denen das Sperma nur tropfenweise abreift, während bei der Begattung doch eine größere Quantität auf einmal benöthigt wird und dieß nicht etwa deßhalb, weil zur Befruchtung der Eier so viele Millionen von Samenfäden gegenwärtig sein müssen, sondern, so nehmen wir an, einerseits deßhalb, weil ein großer Theil derselben in den weiblichen Geschlechtsgängen für die letztere vorloren geht, und weil andererseits die Natur durch reichliche Zumessung dieses Sekretes die Männchen in die erfreuliche Lage setzen wollte, jedem Weibchen, auf das sie gerathen, von diesem Stoffe Genügendes mitzutheilen.

Am Ende der Samenleiter sehen wir fast bei allen Kerfen Drüsen (dr vgl. auch Fig. 59 u. 96) einmünden, welche an Gestalt und Umfang nicht weniger verschieden und merkwürdig wie die Hoden selbst sind. Ein einziges Paar findet sich bei den Zwei- und Schuppenflüglern, während gewisse Käfer beiderseits mehrere Follikel besitzen, die insbesondere bei den Wanzen und Geradflüglern die wunderlichsten Büschel und Bäumchen bilden. Die Bestimmung ihres Sekretes ist aber größtentheils dunkel; denn Meinungen, wie die, daß es zur Verdünnung oder auch zur Parfümirung des Samens diene, zählen wohl nur zu den nichtssagenden Redensarten.

Dagegen ruft eine gelegentliche andere Funktion unser höchstes Interesse wach. Bei Kerfen, welche, warum ist schwer zu sagen, keine eigentliche Ruthe haben, werden in besonderen Abtheilungen des Leitungsapparates die periodisch abreifenden Samenmassen derart im gallertigen Sekret dieser Drüsen eingebettet, oder davon umschlossen, daß dadurch förmliche mit Samen gefüllte und an der Luft zu einer harten Kapsel erstarrende Patronen zu Stande kommen.

Ueber den unpaarigen Samenleiter oder das Samenausspritzungsrohr (ductus ejaculatorius) (Fig. 185 ag) wollen wir nur, was zwar selbstverständlich, beifügen, daß es eine sehr kräftige Längs- und Ringmuskulatur besitzt, und inwendig von einer derben rauhen Chitinhaut ausgefüttert ist.

Die Uebertragung des Samens ist eine doppelte, nämlich entweder eine direkte oder innerliche vermittelst eines eigenen bereits oben beschriebenen Begattungsgliedes, das sich mit der Scheide des Weibes zu einem kontinuirlichen Leitungskanale vereinigt, oder eine indirekte, oder besser äußerliche, vermittelst der erwähnten Samenpatronen oder Spermatophoren. Beiderlei Vorgänge bieten aber manche Besonderheiten. Um zunächst die Uebertragung der Spermatophoren zu besprechen, so werden diese entweder mit besonderen Zangen oder Klappen in die Scheide eingeführt oder derselben nur äußerlich angehängt, in welchem letztern Falle also von einer eigentlichen Kopulation gar nicht die Rede sein kann.

Zum letztern Zweck besitzen die Samenpatronen, wie bei der Grille (Fig. 188 g) eigene Häckchen, die sich leicht an korrespondirenden Vorsprüngen der Weibchen verfangen, laufen wohl auch bisweilen, was ebenfalls hier zu sehen, aber noch niemals recht aufgefaßt worden, nach Art eines Spritzfläschchens in eine gleichsam die fehlende Ruthe ersetzende Injektionskanüle aus.

Den Teleologen, d. h. den Zweckmäßigkeitsfanatikern zum Trotze sei es ausdrücklich gesagt, daß nach unseren vieljährigen Beobachtungen die Grillenmännchen, in Abwesenheit ihnen zusagender Weibchen, viele dieser kostbaren Samenpakete ungenützt zur Erde fallen lassen. Wir sagen **ungenützt**, weil hier noch kein Fall konstatirt ist, daß samenbedürftige Weibchen, wie bei den Erdasseln, sie aufsuchen und — horribile dictu — sich selbst in die Scheide stecken.

Sinnreich ist ihre Verbindungsweise. Meist pflanzen sie wirtel- oder fächerförmig, also hart nebeneinander in r kelch- (ke) „oder muttertrompetenartigen" Enderweiterung Eileiters ein. Bisweilen, z. B. bei der Skorpionfliege bei der Fangheuschrecke, sitzen sie diesem aber auch seitlich r quer, wie die Zweige einer sog. „einerseitswendigen" gdolde auf.

Fig. 189.
licher Geschlechtsapparat von Hydrobius fuscipes. ov Eierstock (links abge-
en). ke kelchartige Erweiterung des Eileiters. dr Anhangsdrüsen. bt Be-
gattungs-, st Samentasche. a Anhangsdrüse der letzteren.

Wichtig, aber wie es nach den einschlägigen Mittheilungen rer zoologischen Kompendien scheint, für die Vergessenheit mmt ist die Beobachtung des auch auf diesem Gebiete rster Reihe zu nennenden Leydig*), daß der untere l der überaus langen Falter-Eiröhren vom obern

*) Vgl. insbesondere sein namentlich wegen der prächtigen, getreuen Abbildungen nicht genug zu *würdigendes* Werk „Eier- und Samentasche der Insekten". Dresden, Blochmann 1866.

männlichen, da hier zu den Keimdrüsen und den Ausführwegen meist noch eigene Behälter zur Aufnahme des männlichen Gliedes und des Samens hinzutreten.

Begreiflicherweise verdienen auch hier die erstern die meiste Beachtung, die ihnen denn auch seit Swammerdamm, Malpighi, Degeer, Sukow, Hegetschweiler, Herold u. s. w. im reichsten Maße zu Theil geworden. Nur selten, vielleicht bei einigen Schmetterlingen (Nachtpfauenauge?) bestehen sie aus einem einzigen, äußerst langen und schön spiralförmig aufgewundenen Rohr, sonst ist auch hier, wie bei den Hoden, und dießmal aus noch naheliegenderen Gründen, die radiäre Gliederung oder Theilung in mehrere gleichwerthige Follikel oder Tuben (Fig. 189 ov) die Regel, für deren Gesammtheit also die Bezeichnung Eierstock vollkommen am Platze ist. Aber wie unendlich mannigfaltig ist die Größe, Zahl und Verbindungsweise der Eiröhren, und wie wenig ist auch hier noch die Abhängigkeit dieser Verhältnisse theils vom übrigen Bau, theils von den besonderen sexuellen Anforderungen studirt! Relativ sehr wenige, nämlich nur je drei, aber sehr lange und am dünnen Endtheil bischofsstabförmig eingerollte Eierschläuche besitzen unter Anderm viele Aderflügler, z. B. die Hummeln, manche Wespen u. s. w., während bei der viel producirenden Bienenkönigin oft gegen 180 und bei der Termite 2—3000 gezählt werden.

Wir nannten absichtlich eine beiläufige Ziffer, weil — was sich die frommen Gläubiger des Stabilitätsdogma's hinters Ohr schreiben mögen — die Zahl und wohl auch die Länge der Eiröhren, und zwar nicht bloß bei den einzelnen Individuen, sondern, wie v. Siebold bei der franz. Wespe beobachtet, selbst an den beiderseitigen Eierstöcken eines und desselben Thieres, und zwar unverkennbarer Weise mit gewissen äußern Verhältnissen, so namentlich der Nahrung, bedeutend zu variiren pflegt.

äußerst elastische Chitinhaut, zu der dann, in der Regel wenigstens, auswendig noch eine bald aus stern- bald aus balkenartigen Muskeln gebildete gitterförmige kontraktile Schichte hinzutritt. Diese innere Eifollikelscheide endet, und zwar oft in einer gemeinsamen blasigen Erweiterung mit den benachbarten Ovarialröhren und meist schon in beträchtlicher Entfernung vom Rückengefäß, blind, und kann sonach von einer direkten Kommunikation mit diesem absolut nicht die Rede sein. — Der äußere, lockere Ueberzug aber ist nichts Anderes, als das meist sehr fettreiche „zellig-blasige" und von dichten Tracheennetzen durchflochtene Binde- oder, wie wir es schon mehrfach genannt, Lungen und Saftleitungsgewebe, mittelst dessen alle einzelnen Organe zu einem einheitlichen Ganzen verbunden sind. — Speciell an den Eiröhren erscheint es oft als eine aus ineinander geflossenen Zellen gebildete weiche, feinkörnige Protoplasmaschichte mit eingestreuten Kernen, bisweilen auch nach außen hin eine kontinuirliche zarte Chitinhülle abscheidend. Und was sind nun die erwähnten „Aufhängbänder"? Die über die Endigungen der innern Ovarialscheiden hinaus bis zum Peritonäum des Herzens sich fortsetzenden und damit kommunizirenden äußern Futterale, denen aber, da der erwähnte Ueberzug des Herzens demselben ziemlich fest ansitzt, nicht bloß kein nennenswerthes Blutquantum zufließt, sondern gar keines zufließen kann.

Nun kommen wir auf das Interessanteste, was an einem Thiere überhaupt zu betrachten, nämlich auf die Entwicklung der Eikeime, ein Gegenstand, der gleichfalls von einer Reihe der ausgezeichnetsten Forscher, wie v. Siebold, Leydig, Leukart, Claus, Lubbock, Huxley, Ludwig u. s. w. auf das Eingehendste untersucht worden. — Während die Formelemente des Samens nur Produkte, nur Abkömmlinge von Zellen darstellen, *sind die Eier* wahrhaftige, echte

durch besondere zweilippige Klappen abgeschieden, eigentlich zum Eileiter zu rechnen ist, was ein ganz analoger Fall ist wie bei den gewissen Raubkäfern, wo das lange Samendrüsenrohr scheinbar ohne Grenze in den Samengang übergeht.

Eine eigenthümliche Sache ist es um die obere Endigung der Eiröhren. Wie Figur 185 und 190 veranschaulichen, spitzen sich dieselben zu einem feinen Faden zu und bilden im dichten gegenseitigen Anschluß ein pyramiden- oder kegelförmiges Gebinde, das durch die zu einem Strange vereinigten Endfäden, wie schon Swammerdamm bei der Wespe gesehen, vorne am Rückengefäß angeheftet ist. Joh. Müller, der dieß Verhalten zuerst genauer studirte, glaubte sich dann am längsten aller Insekten, nämlich bei Phasma ferula bestimmt überzeugt zu haben, daß jeder einzelne der 50 Eifollikel mittelst eines separaten kapillaren Endröhrchens direkt in das Herz übergehe, so daß diese Kanäle gewissermaßen besondere Ovarialarterien wären, durch welche den sich entwickelnden Eiern das Herzblut direkt zugeleitet würde. In einem ähnlichen Sinne sprachen sich auch Dufour und Stein in ihren verdienstvollen Monographieen der weiblichen Insectengenitalien aus. Wir können indeß schon aus dem Früheren abnehmen, daß am Blutleitungssystem den Eierstöcken zu Liebe keine Ausnahme gemacht wird, und klärt sich nach Leydig's einschlägigen Studien der Sachverhalt sehr einfach und völlig in dem von uns wiederholt vorgetragenen Sinne auf.

Wie alle anderen Weichorgane der Kerfe haben auch die Eiröhren eine doppelte Hülle, eine, welche ihr eigentliches und eigenthümliches Kleid ist, d. i. also die sog. tunica propria, und dann eine Art Ueberwurf, das Peritonäum, das allen innern Organen gemeinsam ist. Das innere Rohr dieses zwiefachen Futterals ist eine vom zelligen Inhalt der Eifollikel, resp. von ihrem später *zu erwähnenden* Epithel abgesonderte homogene, glashelle und

äußerst elastische Chitinhaut, zu der dann, in der Regel wenigstens, auswendig noch eine bald aus stern- bald aus balkenartigen Muskeln gebildete gitterförmige kontraktile Schichte hinzutritt. Diese innere Eifollikelscheide endet, und zwar oft in einer gemeinsamen blasigen Erweiterung mit den benachbarten Ovarialröhren und meist schon in beträchtlicher Entfernung vom Rückengefäß, blind, und kann sonach von einer direkten Kommunikation mit diesem absolut nicht die Rede sein. — Der äußere, lockere Ueberzug aber ist nichts Anderes, als das meist sehr fettreiche „zellig-blasige" und von dichten Tracheennetzen durchflochtene Binde- oder, wie wir es schon mehrfach genannt, Lungen und Saftleitungsgewebe, mittelst dessen alle einzelnen Organe zu einem einheitlichen Ganzen verbunden sind. — Speciell an den Eiröhren erscheint es oft als eine aus ineinander geflossenen Zellen gebildete weiche, feinkörnige Protoplasmaschichte mit eingestreuten Kernen, bisweilen auch nach außen hin eine kontinuirliche zarte Chitinhülle abscheidend. Und was sind nun die erwähnten „Aufhängbänder"? Die über die Endigungen der innern Ovarialscheiden hinaus bis zum Peritonäum des Herzens sich fortsetzenden und damit kommunicirenden äußern Futterale, denen aber, da der erwähnte Ueberzug des Herzens demselben ziemlich fest ansitzt, nicht bloß kein nennenswerthes Blutquantum zufließt, sondern gar keines zufließen kann.

Nun kommen wir auf das Interessanteste, was an einem Lebendigen überhaupt zu betrachten, nämlich auf die Entwicklung der Eikeime, ein Gegenstand, der gleichfalls von einer Reihe der ausgezeichnetsten Forscher, wie v. Siebold, Leydig, Leukart, Claus, Lubbock, Huxley, Ludwig u. s. w. auf das Eingehendste untersucht worden. — Während die Formelemente des Samens nur Produkte, nur Abkömmlinge von Zellen darstellen, sind die Eier wahrhaftige, echte

Zellen, die sich von den übrigen, den gleichen Namen führenden Elementargebilden des Körpers betreffs ihrer äußeren Erscheinung nur durch ihre verhältnißmäßig kolossale Größe, sowie durch eine derbere und komplicirtere Umhüllung auszeichnen. Wie aber die Eizellen eben diese Eigenschaften erlangen, d. h. wie die primitiven weiblichen Keimzellen Eier werden, soll nun kurz erläutert werden.

Fig. 190.
Einzelne Eierstocksröhre zur Demonstrirung der Eibildung. a Endfaden. b, c Keimlager. E_1, E_2 ... Eizellen in den aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien. e sog. Dotterfach. d Eiröhren-Epithel. m äußere von Tracheen durchwobene Hülle der Eierstockröhren.

Man hat von den fötalen Eifollikeln auszugehen, die, gleich den Samenröhren, durch strangartige Sonderung des primitiven zelligen Keimorgans entstehen. Jeder solche Follikel ist zu einer gewissen Zeit mit einer großen Anzahl unter sich vollkommen gleicher Zellen angeschoppt, wie solche am oberen blinden Ende der Eiröhre in Fig. 190 bei (b) zu sehen sind. Strenge genommen sind dieß eigentlich keine Zellen, insoferne sie nur aus einem von einem hellen Protoplasmahof umgebenen Kern oder Keimbläschen bestehen und eine häutige Umhüllung erst später erhalten (c). Im Laufe der weiteren Entwicklung kommt es zu einer räumlichen und physiologischen Scheidung dieser Zellen, indem die der Eiröhrenwand zunächst anliegenden im selben Maße, als sich die Eier vergrößern ein die letztern anfangs becher- und später schalenartig umgebendes Epithel (d) bilden, während sich der den Mittel-

raum einnehmende, oder der axiale Zellstrang, durch Bildung querer Einschnürungen in eine Anzahl perlschnurartig übereinander gereihter Zellgruppen oder Zelltrupps zu sondern beginnt. Später nimmt an dieser queren Gliederung der Kammersäulen auch die innere und zuweilen, wenn auch in geringerem Grade, auch die äußere Follikelscheide Theil, d. h. der ursprünglich einfache Drüsenschlauch sondert sich in eine Reihe im weiteren Verlauf der Dinge von oben nach unten an Größe zunehmender Abtheilungen, oder Specialdrüsen.

Die in den einzelnen Keimschlauchsegmenten liegenden freien Zellgruppen sind nun die Bildungsheerde oder Brutstätten je eines Eies und führen deßhalb auch den Namen Keimlager. Die Sache ist die. Eine der in sehr wechselnder Anzahl (meist zu 5—10) vorhandenen Zellen des ganzen Keimlagers, und zwar ist dieß meist die unterste (E_1) erhält den Vorzug vor ihren Schwestern, den strenge so zu nennenden Keimzellen; sie ist dazu auserkoren, ein Ei zu werden, oder richtiger gesagt, sie oder ihr Keimbläschen (k_1) ist der Grundstock, das wirksame und sammelnde Centrum, an und um welchem der dicke fette Leib der Kerf-Eizelle sich aufbaut.

Das Material zur Vergrößerung, man möchte sagen zur Mästung der Eizelle kommt aber von sehr verschiedenen Seiten. Einmal von der Blutflüssigkeit, die alle Eiröhren und namentlich die selbst auch an plastischem Material sehr reiche und gleichsam als eine Art Schwellgewebe fungirende äußere Scheide derselben durchtränkt. Dann von den Zellen des Keimfach-Epithels, die ja, wie wir erfahren, im Grunde genommen von gleicher Abkunft wie die Ei- und Keimzellen selbst sind, vorzugsweise aber von den letzteren, die man geradezu als Nährzellen des Eies, d. i. als jene Gebilde betrachten muß, die sich für das letztere und zwar, wie wir hören werden, bis auf den letzten Rest aufopfern und hingeben.

nur 1—6 Eier stehen, während die reicheiigen Follikel der Biene je gegen 17 und jene gewisser Schmetterlinge sogar gegen 100 bergen.

Die dicke Chitinschale, welche den feinorganisirten Weichkörper der Insekten umgibt, ist, wie wir genugsam überzeugt, die praktischeste und solideste Aussteuer, welche die Natur diesen Thieren hat geben können. Werden denn aber ihre zarten Keime oder Eier, welche oft monatelang denselben schädlichen Einflüssen, wie ihre Erzeuger ausgesetzt sind, eine eigene Schutzdecke oder Hülle nicht ebenso von Nöthen haben, und könnte sie aus einem schicklicheren und überhaupt aus einem anderen Stoffe als aus Chitin bestehen, das ja beinahe von allen Zellen des Insektenkörpers abgesondert wird?

Das Eigenthümliche ist aber dieses. Bei den höheren oviparen Lustthieren, z. B. bei den Vögeln, wird der eigentliche Leib des Eies und seine Schale in separaten, weit von einander gerückten Drüsen; bei den Insekten aber Beides an Einem Orte, dem Eierstock erzeugt, der sich sonach scheinbar als eine komplicirtere Bildung erweist. Wir sagen „scheinbar", weil das nämliche, dem Ei sich nach und nach allseitig anschmiegende Follikel-Epithel, welches, solange das Ei noch klein ist, demselben neue Stoffe zuführt und also bei seinem Aufbau, soviel es vermag, mitthätig ist, später, wenn es hinlänglich erstarkt ist und die eigentlichen Nähr- oder Dotterzellen zu dessen Fertigstellung genügen, die neue und jetzt wohl ausschließliche Funktion einer **Schalendrüse** übernimmt.

An feinen Durchschnitten durch die Hülle der Kerfeier hat übrigens Leydig eine nicht minder zusammengesetzte und für die Lebensunterhaltung der Keime bedeutungsvolle Struktur aufgedeckt, wie sie nach neuern Untersuchungen bei den Vögel- und Reptilieneiern nachgewiesen. Der Genesis

An unserer Figur 190 und 189 vergrößern sich dieselben schrittweise von oben nach unten, d. i. vom blinden gegen das offene, dem Eikelche zugekehrte Ende zu. Dieß rührt daher, daß die Ausbildung der Eier von unten nach oben fortschreitet, d. h., daß die Eier der untersten Fächer bereits fertig sein können, wenn die der obersten sich erst zu bilden anfangen. Die linear übereinandergereihten und stufenweise sich vergrößernden Eizellen einer Eierstockröhre bieten uns also, und zwar auf einmal, ein getreues Abbild aller aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen, welche die Eizelle eines bestimmten, sagen wir des untersten Faches, allmälig zu durchlaufen hat. Das Nacheinander in der Zeit ist hier im Hintereinander des Raumes wiedergegeben.

Aehnlich wie bei der Produktion des Samens thut die Natur aber auch bei jener der Eier ein Uebriges. Jeder Ovarialschlauch enthält in der Regel die Anlagen zu sehr vielen Eiern, von denen aber nur die untersten vollkommen abreifen. Aber eben die Existenz der übrigen, gewissermaßen in der Reserve stehenden halbreifen und unreifen Eier bietet der Natur, und, wie wir an der Biene sehen, auch der künstlichen Züchtung die Möglichkeit dar, die Produktivität gewisser Insekten zu steigern, ja fast ins Unbegrenzte auszudehnen.

Wie nicht anders zu erwarten, ist die Durchschnittszahl der in einem Ovarialtubus abreifenden Eier bei den verschiedenen Insekten eine sowohl relativ, als absolut genommen sehr ungleiche, d. h. die eine Kerfart producirt häufig nicht bloß deßhalb weniger Eier als eine Andere, weil dieselben etwa verhältnißmäßig größer sind, sondern weil überhaupt ihr gesammtes Zeugungsmaterial ein geringeres ist. Beispiele von sehr armeiigen Ovarialtuben geben manche Fliegen, Läuse und Käfer, indem in jedem derselben

nur 1—6 Eier stehen, während die reicheiigen Follikel der Biene je gegen 17 und jene gewisser Schmetterlinge sogar gegen 100 bergen.

Die dicke Chitinschale, welche den feinorganisirten Weichkörper der Insekten umgibt, ist, wie wir genugsam überzeugt, die praktischeste und solideste Aussteuer, welche die Natur diesen Thieren hat geben können. Werden denn aber ihre zarten Keime oder Eier, welche oft monatelang denselben schädlichen Einflüssen, wie ihre Erzeuger ausgesetzt sind, eine eigene Schutzdecke oder Hülle nicht ebenso von Nöthen haben, und könnte sie aus einem schicklicheren und überhaupt aus einem anderen Stoffe als aus Chitin bestehen, das ja beinahe von allen Zellen des Insektenkörpers abgesondert wird?

Das Eigenthümliche ist aber dieses. Bei den höhern oviparen Luftthieren, z. B. bei den Vögeln, wird der eigentliche Leib des Eies und seine Schale in separaten, weit von einander gerückten Drüsen; bei den Insekten aber Beides an Einem Orte, dem Eierstock erzeugt, der sich sonach scheinbar als eine komplicirtere Bildung erweist. Wir sagen „scheinbar", weil das nämliche, dem Ei sich nach und nach allseitig anschmiegende Follikel-Epithel, welches, solange das Ei noch klein ist, demselben neue Stoffe zuführt und also bei seinem Aufbau, soviel es vermag, mitthätig ist, später, wenn es hinlänglich erstarkt ist und die eigentlichen Nähr- oder Dotterzellen zu dessen Fertigstellung genügen, die neue und jetzt wohl ausschließliche Funktion einer **Schalendrüse** übernimmt.

An feinen Durchschnitten durch die Hülle der Kerfeier hat übrigens Leydig eine nicht minder zusammengesetzte und für die Lebensunterhaltung der Keime bedeutungsvolle Struktur aufgedeckt, wie sie nach neuern Untersuchungen bei den Vögel- und Reptilieneiern nachgewiesen. Der Genesis

derlich und fehlen
men einerseits, um
eit zu Zeit gewisser
ben Trägers bedarf
weisen Haushaltung
n muß, daß jedem
tion zugeführt wird,
ben wird, ein sepa=
rgan, das beiden
enigstens bei den
e Verhältnisse ob=

auch in der That eine
Herold gekannte Sper=
und Libellen deren zwei,
Fig. 184 st).
nen dieser Samentaschen
alten gewisser Käfer, wo
Anhang der Scheide, son=
n Abschnitt der Begattungs=

chnittliche Bau der Samen=
erungen?
lich die verlangte Gegenwart
en konservirenden Drüse be=
rchgehends nachgewiesen, sei
ter selbst eine solche ist,
eine solche aufsitzt (Fig. 189 a).
em zweiten Punkt, d. h. wie
sche aufgenommen und durch
riger Quantität und zu gehöriger
nd den Eiern zugeleitet?
ie Aufnahme des Samens an=

wir denn auch gleich anmerken, daß man vom unendlichen Gestaltenreichthum der Insekteneier höchstens dadurch einen schwachen Begriff bekommt, daß man anerkennt, sie seien von Art zu Art mindestens eben so verschieden und nicht minder würdig, in einer eigenen Sammlung hübsch geordnet aufgestellt zu werden, wie die Samenkörner der einzelnen Pflanzenspecies. (Vgl. Fig. 191.)

Zu den erwähnten feinen Ventilationsporen der Eischale kommen aber bei manchen Kerfen, z. B. beim Weinvogel, noch größere und zwar theils dem gefelderten Außen-, theils dem fibrillären Innenchorion angehörige Hohlräume oder Kammern hinzu, die, wenn die Eier die Mutter verlassen, sich nach und nach mit Luft füllen, womit es sich auch erklärt, warum viele Kerfeier ihre Farbe wechseln und jene des ja aus dem nämlichen Grunde weiß erscheinenden Schnee's annehmen.

Mit manchen der weiteren Eischalenporen, welche schon Malpighi's aufmerksames Auge wahrgenommen, hat es aber allem Anschein nach ein anderes Bewandtniß. Sie werden als Mikropylen, als Einlaßpförtchen für die Samenfäden angesehen. In eigenthümlicher, oft röhren- oder trichterartiger Form und Gruppirung, d. i. zu einem förmlichen Mikropylapparat vereinigt, trifft man sie zumal am oberen Eipol an, und aller Wahrscheinlichkeit nach entstehen diese absonderlichen Bildungen durch die an dieser Stelle befindlichen Dotterzellen (Fig. 191, e, f). Wenn nun aber einerseits auch nicht zu leugnen ist, daß, falls die Spermatozoen in den Eidotter selbst hineingerathen müssen, derartige separate und geräumigere Gänge in der harten Eischale unerläßlich sind, und andererseits die Samenfäden auch in der That oft in der Nähe des Mikropylapparates oder gar in der zapfenartigen hohlen Ausstülpung der Dotterhaut dieser Gegend bemerkt werden, so ist nach Leydig doch auch nicht zu vergessen, daß bei vielen Kerfeiern solche Mikropylen

gänzlich fehlen, während hinwiederum die gewisse Trichteröffnung bei manchen lebendig gebärenden Insekten mehr zur Respiration und zur Nahrungsaufnahme innerhalb des Uterus bestimmt zu sein scheint.

Die Kerfeier erhalten aber zu guter Letzt noch eine dritte, oberflächliche Umhüllung, und dieß so. Wenn das unterste Glied der ganzen Eierkolumne eines Follikels sowohl in- als auswendig völlig fertig ist und durch die von oben nachdrängenden Eier aus seinem Stammsitz verdrängt und in den Eierkelch hinabgedrückt wird, so geht auch die betreffende Kammerwandung mit, und das in sich zerfallende Epithel derselben bildet um das beschalte Ei einen meist unebenen, hyalinen und schlüpfrigen Ueberzug (Fig. 190 f).

Wir sind es schon gewohnt, in allen Theilen des weiblichen Apparates nur Wiederholungen des männlichen zu sehen. Dieß gilt auch von den mannigfachen drüsigen Anhangsorganen (Figur 184, 189 dr), welche bald als paarige Schläuche, bald z. B. bei Mantis, als große strauchartige Konvolute von solchen an und neben den Eierstöcken sich hervordrängen. Ihre Bestimmung ist aber minder problematisch wie dort. Es sind Kittdrüsen, d. h. sie liefern jene gummiartige, an der Luft gerinnende Materie, durch welche die Eier vieler Insekten, bald einzeln an fremde Gegenstände angeleimt, bald zu größern und oft bewunderungswürdig schön geordneten Paketen verpackt werden, welches letztere Verfahren leider noch wenig studirt ist. Warum nun gerade die erwähnte Mantis so mächtige Kittdrüsen hat, ist begreiflich. Die ganze, an einen Stein oder Stengel abzusetzende Eiermasse bekommt (vergleiche den 2. Bd.) hier eine doppelte Einwicklung.

Ueber den Ausleitungsapparat der Eier ist wenig zu sagen. Die paarigen Eileiter sowohl, als der unpaarige Gang bestehen im Wesentlichen aus den nämlichen Gewebslagen

wie die Eiröhren selbst, nur daß hier eine kräftige peristaltische Bewegungen vollführende Längs- und Ringmuskulatur und dann, wie allenthalben, eine chitinöse Auskleidung hinzukommt, während das Epithel zu einer dünnen Lage zusammenschrumpft.

Der hintere Theil des unpaaren Eierganges dient als Scheide für das männliche Glied und darüber ist noch Einiges beizufügen.

Bei Insekten, bei welchen, wie z. B. bei den Käfern, Faltern u. s. w. die Ruthe sehr umfangreich ist, versteht es sich von selbst, daß auch die Scheide sich angemessen erweitert, und ist es gewiß auch ganz in der Ordnung, daß durch die Herstellung einer seitlichen Scheidenausstülpung (Fig. 192 bc) diesem Organe ein besonderer Platz, eine eigene hinlänglich starke Tasche angewiesen und dadurch seinem oft sehr ungestümen Vordringen ein Ziel gesetzt wird.

Noch mehr hat aber der injicirte Samen ein besonderes reservirtes Plätzchen nöthig. Wir müssen nämlich bedenken, daß die meisten Kerfweibchen nicht so gar häufig Gelegenheit finden, sich das zur Befruchtung der Eier nöthige Sperma zu verschaffen. Da aber die einzelnen Eier der Ovarialfollikel oft in sehr weit, ja bei der Biene selbst jahrelang auseinander gelegenen Zeiträumen abreifen und ihrer Lage wegen unmöglich alle zugleich, sondern nur nach und nach befruchtet werden können, so würde der einfach in die Eigänge eingespritzte Samen durch die beständig in denselben herunter gleitenden Eier offenbar mitgerissen und somit bald, und bevor noch die letzten Eierstockseier besamt wären, völlig weggeräumt sein.

Wo eine besondere Begattungstasche vorhanden, kann zur Noth allerdings diese, oder irgend eine andere Falte des Eileiters dem Samen den nöthigen Unterstand geben; d. h. es sind zu dem Zwecke separate Samen-

aufbewahrungsorgane nicht unbedingt erforderlich und fehlen bisweilen auch wirklich. Da aber der Samen einerseits, um jahrelang lebenskräftig zu bleiben, von Zeit zu Zeit gewisser Zuthaten von Seite des ihn beherbergenden Trägers bedarf und es andererseits im Interesse einer weisen Haushaltung mit diesem kostbaren Stoffe gelegen sein muß, daß jedem einzelnen Ei nur eine bestimmte Portion zugeführt wird, so erscheint, was auch Leydig zugeben wird, ein separates und „specifisches" Hilfsorgan, das beiden Anforderungen entspricht, wenigstens bei den Insekten, bei welchen derartige Verhältnisse obwalten, unerläßlich.

Und die meisten Insekten besitzen auch in der That eine solche, bereits von Malpighi und Herold gekannte Spermatheca, ja manche wie die „Russen" und Libellen deren zwei, oder gar wie gewisse Fliegen dreie (Fig. 184 st).

Lehrreich für das Zustandekommen dieser Samentaschen ist zunächst nach Stein das Verhalten gewisser Käfer, wo die Spermatheca keinen separaten Anhang der Scheide, sondern nur einen besonders angepaßten Abschnitt der Begattungstasche darstellt (vgl. Fig. 189 st).

Nun, wie entspricht der durchschnittliche Bau der Samentasche den an sie gestellten Anforderungen?

Was den ersten Punkt, nämlich die verlangte Gegenwart einer durch ihr Sekret den Samen konservirenden Drüse betrifft, so ist eine solche fast durchgehends nachgewiesen, sei es, daß der Samenbehälter selbst eine solche ist, sei es, was die Regel, daß ihm eine solche aufsitzt (Fig. 189 a).

Wie steht es aber mit dem zweiten Punkt, d. h. wie wird der Samen in die Tasche aufgenommen und durch welchen Mechanismus in gehöriger Quantität und zu gehöriger Zeit aus derselben entleert und den Eiern zugeleitet?

Das Erstere, nämlich die Aufnahme des Samens an-

langend, so gibt man allgemein zu und muß es z. Th. nach den anderwärts beobachteten Samenwanderungen zugeben, daß die Samenfäden ganz aus eigener Kraft und aus eigenem Antrieb die betreffenden und oft sehr langen Zugänge zu den betreffenden Behältnissen passiren können, welche in einzelnen Fällen, z. B. bei den Faltern (Fig. 189) direkt mit der Begattungstasche kommuniciren, wenn wir es andererseits gleich auch für sehr wahrscheinlich halten, daß das bei der Begattung mit großer Kraft in die Geschlechtsgänge eingespritzte Sperma direkt und vielleicht sogar durch die kanülenartige und in die Samentasche selbst eindringende Ruthe dorthin befördert wird.

Wenn man aber zugibt, daß die Samenfäden aus eigenem Antrieb in die Samentasche hineingelangen können, warum sollen sie, wenn unter Intervention der vielfach darin nachgewiesenen „Tastkölbchen" auf sie ein angemessener Reiz ausgeübt wird, nicht auch zur rechten Zeit wieder die Rückwanderung antreten? Doch das schien speciell Leukart und v. Siebold nicht plausibel genug, und sie suchten an der Samentasche nach einem Druck- oder Schnürwerk, durch das das Sperma von Zeit zu Zeit mit Gewalt herausgepreßt würde. Und hier beginnt das Heitere der Geschichte. Der sonst so ausgezeichnete Leukart nämlich behauptete, daß, was gegen alles Herkommen im Kerforganismus, das tracheenführende Samentaschenperitonäum von einem feinen, aber bisher nicht wieder gesehenen Muskelnetz umsponnen sei, während v. Siebold gar die Epithelzellen der Samentasche, welche ihre dicke, **völlig inkomprimable** Chitinauskleidung absondern, zu kontraktilen Fasern werden läßt, durch deren Verkürzung das Samentaschenlumen verengt werden sollte, während dadurch in Wahrheit nur *die äußere* nachgiebige Wand der innern unnach-

giebigen Kapsel genähert würde, ihr Inhalt selbst also von jeglichem Drucke verschont bliebe.

Ist denn aber eine passive Bewegung des Samentaschensperma's nicht auf andere Weise möglich? Leydig hat nachgewiesen, daß der Ausführungsgang der Samentasche durch einen starken Muskel verschlossen werden kann. Stellen wir uns nun vor, daß das durch einen solchen Sphinkter in der Samentasche gleichsam gefangen gehaltene Sperma unter einem gewissen durch die Absonderungen seiner Drüsen auch leicht und beliebig zu vermehrenden Drucke steht, braucht es dann, wenn ein gewisses Samenquantum im Eileiter benöthigt wird, mehr, als daß der gleichfalls unter der gemeinsamen Kontrole der Genitalnerven stehende Samentaschenschließer angemessen sich aufmacht? —

Und so schließe denn unser Buch mit einem komplicirten Probleme der Mechanik, was ja für den auf den Grund der Erscheinungen dringenden Forscher der gesammte Organismus der Kerfe ist, und welches Problem aufzulösen hier ernstlich versucht, und, es vollkommener zu thun — wie wir hoffen — auch einige Anregung gegeben worden.

[illegible]

Naturkräfte.

Zweiundzwanzigster Band.

(Doppelband.)

Erste Hälfte.

:

Die

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber,
k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

Zweiter Theil.
(Doppelband.)

Vergleichende Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Insekten.

I. Hälfte.

Mit vielen Original-Holzschnitten.

München.
Druck und Verlag von R. Oldenbourg.
1877.

Inhalt.

I. Vergleichende Lebensgeschichte.

1. Kapitel.

Umschau.

Das ganze gewaltige Heer der gespießten Kerfe, wie es, regimenter- und kompagnieenweise in Schränken und Läden vertheilt, in den großen Kabinetten von Wien, Berlin, Paris, London u. s. w. Parade hält, nöthigt auch dem nüchternsten Beobachter, der sich zum erstenmale dieser zahlreichen und streng etiquettmäßigen Versammlung gegenübersieht, einen Ruf des Erstaunens ab.

Und dies sind nur Leichen, Mumien, Skelette.

Welchen Eindruck werden wir nun erst von dieser großen Welt der Kleinen bekommen, wenn wir sie auf ihrem natürlichen Schauplatz die Funktionen des Lebens verrichten sehen. Welch' ein Anblick muß es sein, wenn alle diese reichhebeligen Maschinen in Gang gerathen, wenn die vielgliedrigen Beine ihr taktmäßiges Spiel beginnen, die Flugräder die Luft durchschneiden, die Kiefer sich aufsperren, die Rüssel sich entrollen, die Stachel aus ihren Scheiden schnellen, wenn die Lider der Stigmen sich aufthun, die Luft den ganzen Leib anschwellt, das Röhrenherz pulsirt, wenn der gierige Darm immer neu gefüllt zu werden verlangt und wenn endlich, bei nahender Reife der Fortpflanzungsorgane, der Geschlechtstrieb, und später, beim Weibchen, die Muttersorge sich regt, und es zu den tausendfältigsten Arbeiten, zu den kühnsten und seltsamsten Erfindungen anspornt!

Eh' wir uns aber an die schwierige Aufgabe machen, das Kerfleben zu zergliedern, gleichsam zu anatomisiren, um das, was uns als Ganzes in Erstaunen, ja in Begeisterung versetzt, das wir aber in unserer Beschränkung als solches nicht zu umfassen, geschweige zu durchdringen vermögen, wenigstens in einzelnen charakteristischen Zügen mit unseren Sinnen festzuhalten und wo möglich auch in seinem inneren Zusammenhange zu erklären, ergeht an den Leser die Einladung, uns in die freie herrliche Natur hinaus zu begleiten, um das Leben und Treiben unserer Thiere auf wechselndem landschaftlichem Hintergrunde und in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten zu beobachten und uns so ein, freilich höchst flüchtiges, Bild ihres Vorkommens und ihrer Verbreitung zu verschaffen, das er dann nach eigenem Gutdünken und Bedürfniß sich vervollkommnen und erweitern mag.

Ein blauer Apriltag, und heuer der erste, an dem wir unserer Universitätsstadt, welche dort, aus der Ferne so malerisch, am Berg sich hinaufzieht, entfliehen konnten. —

Wir stehen in einer weiten sumpfigen Erlenau des Pruth, dessen Wellen in der Sonne glitzern und dessen sanftes Rauschen in dieser Einsamkeit wie Erinnerung herüberklingt an die schönen Tage, die wir einst am Inn, am Lech, an der Isar und an andern westlichen Flüssen verlebten. — Aber sind wir allein?

Dort, hart am Ufer, die Wurzeln in das Wasser tauchend, blüht eine Weide. Und um sie her? Es ist wie ein lebendiger Glorienschein. Die blühende Weide ist der Altar, das goldene Kalb der Insekten. Tausende von Fliegen und Immen umkreisen, umsummen sie — sie steigen auf und nieder in unaufhörlichem Wechseltanz. Doch handelt es sich nur um einen *gemeinen* Plünderungsakt. Jedes dieser hungrigen Geschöpfe

Fig. 1. Kerfjagd.

[illegible] [illegible] Theil zu bringen, [illegible], nach langer Faſtenzeit [illegible] [illegible] zu ſtillen. [illegible] den zahlreichen goldgeſpren-kelten [illegible] entgeht dem allgemeinen Raubanfall. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], die Hummel, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] eine kleine Imme den Bal[illegible] [illegible] [illegible], eine Honigbiene kommt angeflogen, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], und ſondirt zum [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] jener Blüthenpolſter, oft hängen mehrere an einem Köpfchen oder jagen ſich in die Wette. Da ſchwingt eine [illegible] [illegible] Schwebfliege ihre Flugplatten. Wie durch Zauberhand gehalten, ſteht ſie — in der Luft, [illegible] [illegible], bis die [illegible] und ſtärkere Biene ihr Raum macht. [illegible] [illegible] ſich die roſtgelbe keulköpfige Cono-[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] ſingt [illegible] ab und zu; zwei bekannte [illegible], die Haematopota und die [illegible], [illegible] [illegible] [illegible]; die ſchlanke Tanipeza und die [illegible] [illegible] „arrogant“ umher; am Stamme [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Tachydromien auf und ab, während oben, in der Krone, neben der herrlichen Myodina [illegible], [illegible] [illegible] ſind gar zierlich durch den Schimmer der Flügel glänzt, einige knebelbärtige Holopogon [illegible] [illegible] im Schilde führen, als bei der erſten beſten Gelegenheit einige der harmloſen Weidengäſte meuchlings zu erhaſchen und auszuſaugen. —

Aber dies ſind nur einige wenige jener zahlreichen unſtäten Geſellen, welche die Weide mit ihrem Beſuch beehren, die alſo nicht zu den ſtändigen Weidenbe- und Inwohnern gehören. Wenn ſich aber unſer Begleiter die Aufgabe ſtellen wollte, alle die letzteren zu ſammeln und kennen zu lernen, ſo müßte er wenigſtens ein ganzes Jahr hindurch Tag für Tag an Ort und Stelle kommen, würde aber ſchließlich ſehr erſtaunt ſein, eine Weidenkerf-Sammlung zu beſitzen, die mindeſtens an die 800 verſchiedene Arten aufwieſe. —

Wir dürfen nämlich nicht vergessen, daß am und im Stamme, im morschen Holz, in den Wurzeln, an den Ruthen und Trieben, an den Knospen, an den Blättern u. s. f. zahlreiche besondere Kerfe leben. Hätte man doch sicherlich einige Monate genug daran zu thun, nur alle die Insekten zu sammeln, welche die vielfachen Geschwülste oder Gallen der Weidenblätter verursachen, denen wir, bevor wir weiter gehen, noch eine flüchtige Aufmerksamkeit schenken wollen.

Zu allererst fallen die großen blasenförmigen und schön rothbackigen Gallen an der Mittelrippe in die Augen. Sie rühren vom Anstich einer Blattwespe (Nematus helicinus Deb.) her, deren milchige Raupen im dicken Fleische dieser Knoten gewiß nicht Hunger leiden.

Wenden wir die Blätter um, so kommen wir angesichts der vielen Schauartikel in Verlegenheit, wohin wir den Blick zuerst richten sollen. Da hängen zunächst an kurzen Stielen eine Menge kleinerer Kugeln und Birnen, theils grünlich, theils rothwangig und von etwas höckeriger Oberfläche. Du brichst sie auf und findest in der weiten Höhlung die Larve einer andern Blattwespe, des Nematus viminalis.

Sehr harte, fast holzige Gallen, in mehrere Gemächer abgetheilt, gehören dann einer der vielen Gallmücken (Cecidomyia cupreae) an. Später bekommen ihre Larven Gesellschaft durch jene des allerliebsten Spitzmausrüßlers (Apion minimum), dem diese Pusteln für die Unterbringung seiner Eier wie gewünscht kommen.

Andere bohnen- bis flintenkugelgroße Gallen erzeugt ferner der Nematus intercrus Gmel., während die daneben befindlichen hellgrünen, behaarten Aepfelchen dem N. pedunculi entstammen.

Noch wären dann die unterseitigen Blattrippengallen eines Käferchens (Balaninus brassicae) zu bemerken, sowie, an den angeschwollenen Blatträndern, die Aufenthaltsorte

zweier Gallmücken (C. limbitorquis und C. clausilia) aufzudecken.

Das Sprüchwort, wer sucht, der findet, bestätigt sich aber nicht bloß an der Weide sondern trotz der in dieser Jahreszeit noch sehr darniederliegenden Entwicklung der Pflanzenwelt auch an andern Gegenständen, die wir auf Insekten absuchen.

Für diesmal soll es mit der Musterung der dürren Hollunder- und Brombeer-Gestrüppe sein Bewenden haben. Hat sich ein Kind die Unterhaltung gemacht, an ihren Stangen das Mark herauszubohren? Fast jede zeigt nämlich auf der Schnittfläche ein Loch, das sehr weit in die Tiefe geht.

Spalten wir mehrere der Länge nach. Ah! das sind ja förmliche Kerfkabinette. Da im einen hatte eine kleine Ameisenfamilie ihr Winterquartier aufgeschlagen. Durch das Mark eines zweiten windet sich ein langer Gang, und von Stelle zu Stelle liegen braune samenähnliche Tönnchen — die Puppen einer Fliege (Agromyza), von der noch ein paar Maden bei ihrem Minirgeschäft sind. Hier im dritten Stengel, dessen Markrohr, ein wahrer Abortschlauch, ganz mit krümeligem schwarzen Koth erfüllt ist, haben wir die zierlich geflochtenen Wiegenkörbe einiger Blattwespen vor uns. Wir öffnen den Cocon; schon regt sich die weiche Nymphe; ihre Auferstehung ist nahe. Aber was ist denn in diesem Brombeerzweig? Eine ganze Kette fingerhutartiger, gelber Seidenhülsen. Wir sind an die Kinderstube einer Immenspecies (Colletes?) gerathen. — Es sei genug. Wir thaten zwar nur einen ganz flüchtigen Blick in das Geheim- und Entwicklungs-Leben der Kerfe, der Begleiter hat aber doch schon eine Ahnung von ihrer Allgegenwart und von ihren Künsten. —

Der Heimweg führt uns an Gartengeländen vorüber. Ihre Planken und Fichtenstangen sind für den Kerfbiologen ebenso wichtig, wie die mit Hieroglyphen bedeckten Pyramiden

dem Geschichtsforscher. Dort das Brett, von unzähligen Löchern durchbohrt, wie von Schrot durchschossen, es war einst die Wohnstätte der „Holzwürmer". Daneben die Stange, halbentrindet, mit den seltsamsten Runen beschrieben, wird noch gegenwärtig von Borkenkäfern bearbeitet. Aber was ist es denn mit diesem verwitterten Holzpfosten? Aus großen kreisrunden Löchern fällt frisches gelbes Bohrmehl. Wir brechen ein Stück los: ein unendliches Labyrinth von Gängen, eine hölzerne Tropfsteinhöhle, und darin ein tolles Wimmeln flügelloser Kerfe. Wir haben den Holzpalast von Ameisen aufgedeckt. Der Begleiter warte noch. Kleine Immen schwärmen unverdrossen an der Bretterwand. Was wollen die hier? Von Zeit zu Zeit stecken sie den Kopf durch eines der Löcher, welche vor Jahren die Holzwürmer ausgenagt und für sie vorbereitet. Eine schlüpft hinein — jetzt kommt sie wieder zum Vorschein. Was soll dies Versteckenspiel? Jene Löcher sind ihre Brutkammern. Will man noch mehr? Man könnte ein Buch — ja eine Bibliothek schreiben nur über die Kerfgeschichten an einem Gartengeländer. Eines und zwar ein höchst interessantes, ein wahres Juwel von Kerfbiologie, ist ja wirklich schon veröffentlicht worden, nämlich von Prof. von Siebold über die gallische Wespe, die hart vor uns Spähne vom Schindeldach abnagt, womit sie ihr löschpapierenes Nest baut. Aber reißen wir uns jetzt los von dieser Zauberwelt. —

Die zweite Kerfschau halten wir zu Pfingsten ab. Feld und Flur stehen in all' ihrem Reize da. Und in diesem sinnebestrickenden Fest des Grünen und der Blüten sollen wir noch ein Auge für Insekten, für so unscheinbare, gefräßige Skelette haben? Aber suchen sie nicht mit den Gewächsen zu rivalisiren; ja ahmen die tausendfarbigen Schmetterlinge, die buntbemalten Käfer, die sonderbar gezeichneten Raupen u. s. w. Blüten und Knospen, Blätter und Stengel nicht wirklich nach, und ersetzt ferner ihre immense Zahl nicht die fehlende Größe;

und würden wir uns, die wir von Kindheit auf gewohnt sind, auf Schritt und Tritt diesem niedlichen Kleinvieh zu begegnen, ohne sie uns nicht im schönsten Blütenhaine vereinsamt fühlen? Diese „unzähligen, unergründlichen Gestalten der Würmchen", die einem Kleist, einem Werther, im hohen Grase träumend, das Herz so warm machten, sind sie nicht eine Welt, und zwar eine unendliche, geheimnißvolle Welt für sich?

Der Begleiter lasse uns nur einen Blick auf diese hier aus dem niedern Wald von Gräsern, Kräutern und Blumen baumgleich sich erhebende Spiraea-Staude werfen. Welch' ein Leben auf dieser einzigen Blumenwarte! Wie viele Tausende der nach Größe, Tracht, Färbung, Gewohnheiten verschiedenartigsten Gäste mögen tagtäglich, ja stündlich kommen und gehen, und wie viele Insekten mag es in der jetzigen Saison überhaupt geben, wenn schon eine einzige der Milliarden von Gewächsen deren viele Hunderte auf ihren Blüten schaukelt? — Der Anblick all' dieser Spyraea-Kerfe hat in der That etwas Bestrickendes. Hier die scheckflügelige Bohrfliege (Trypeta), die wollige Argyromoeba, die langrüsselige Prosena, die zottige Hummelfliege, die hundertfältigen Schwebfliegen, die Wasserfliegen, die Grün- und Goldaugen, wie artig sehen sie nicht aus und wie manierlich und eigens sie sich alle geberden! Dann unter den Aderflüglern die hübschen Blatt-, die sanguinischen Schlupfwespen — groß und klein — und alle die brummenden und summenden Blütenstaub- und Honigsammler! Und was ist Alles aus dem Käferreich anwesend! Wie geschäftig zeigt sich die rothschürzige Corymbites, die ganze große Sippschaft der Cantharis, der Ebaeus, der schmale Dasytes, der Antholomus, die Ragonychia, die bald grün-, bald rothröckige Malachien-Familie! Wie gravitätisch stolziren dann die Böcke, die Pachyta in ihren Domherrnkravatten, die Strangalia mit ihren prächtigen Flügeldecken

einher. Und erst die vielen Kleinkäfer, die Anthaxien, die Chrysantien, die Chrysomelinen, diese chitinernen Perlen und Edelsteine, mit denen die Natur alle Blüten verschwenderisch überschüttet.

Wenn aber schon an der Oberfläche der Gewächse ein so reiches, ja verschwenderisches Kerfleben sich offenbart, was mag sich erst in den tieferen Zonen, bis zum und unter den Boden hinab theils in kluger Absicht, theils aus ererbter Gewohnheit verborgen halten. Sollte aber der Begleiter noch daran zweifeln, daß jeder Halm, jedes Blatt, jede Knospe, jede Wurzelfaser eine Menge verschiedener Kerfe theils äußerlich an sich trägt, theils innerlich nährt und beherbergt, so reiße er die nächstbeste Pflanze aus, lege sie auf sein weißes Sacktuch und stelle nun eine genaue Musterung an. Wenn er sie bis zum letzten kleinen Räupchen und zur letzten Made absuchen will, wird er an einem Tage mit seiner Aufgabe gewiß nicht fertig werden.

Er erlaube uns, ihn nur auf einige Erscheinungen aufmerksam zu machen. Hier an dem Halm siehst du ein längliches zweifelhaftes Wesen. Du rührst es an und die prächtige Grasmotte (Crambus perlellus) entfaltet die vorher sorgfältig versteckten Flügel mit ihren silbernen Randtropfen. Nun schüttle vom Wurzelstock des ausgerissenen Grases die Erde ab: es fallen unansehnliche Räupchen heraus — jene des Falters, der schon längst das Weite gesucht und wahrscheinlich schon an einem andern Halme ein sicheres Versteck vor den kecken Raubfliegen und Raubwespen gesucht, die zu dieser Tageszeit das Herumbummeln in der freien sonnigen Luft für so schwächliche Geschöpfe nicht gerathen erscheinen lassen. — Da wir schon wieder vom Einzelnen aufs Einzelnste, d. h. auf die Untersuchung des Graswurzelstockes gekommen, so machen wir noch auf die Raupen von Atychia, auf jene der Erdeuler, sowie auf die vielen Engerlinge, Drahtwürmer,

Fig. 2. Wasserkerfe.

Oben die Eintags-, links die Frühlingsfliege. Unten, in der Mitte, Kahnwanze und Schwimmkäferlarve, rechts Schwimmkäfer und Puppe desselben, links Scorpionwanze und höher, an den Stengeln kletternd, eine Kärder- und Libellenlarve.

sowie auf etliche Wurzelläuse aus der Gattung Tychea aufmerksam.

Aber das Kerfsammeln auf freier sonniger Flur ist für die Dauer keine sehr angenehme Unterhaltung. Flüchten wir uns daher unter das kühle Dach der von üppigem Unterholz umschlungenen Erlen, welche den klaren, stillen Wiesenbach umsäumen. Gibt es ja auch hier genug zu sehen; ja wir behaupten, es sei gerade hier, an diesem lauschigen Orte, das Stelldichein der fashionabelsten Kerfgesellschaft. Oder „ist die Libelle, die blaue," um mit Heine zu sprechen, nicht in der That „im Käferlande die feinste Person", und gibt es zartere, luftigere Wesen als die Florfliegen in ihren köstlichen Gacekleidern? Und was nicht dieser saftiggrüne, mit den berauschend duftenden Dolden behangene Hollunderstrauch für eine nette Sippschaft beherbergt. Seine Stengel sind stellenweise ganz blau von — zwei Blattlausarten, die, ihre dünnen Schnäbel in das weiche Fleisch eingebohrt, in gemüthlicher Trägheit für ein Paar schlimme Gesellen, den Blattlauslöwen und die Syrrphus-Larven sich — mästen, während ganze Schwärme von Pflasterkäfern die Blüten und Blätter abweiden, in welchen letzteren die braunen Gänge der Agromyza sich hinziehen, indeß äußerlich die großen fetten Raupen von Sphinx ligustri, Bombyx caja, Macrophysa albicincta, ribesii u. s. w. unermüdlich, gleich Schneidmaschinen, weiter kauen.

Aber thun wir nun einen Blick in das Wasser, über dem die Libellen und Falter, die Florfliegen und Immen, die Schnacken und Hafte in zügelloser Lust sich herumtummeln. Merkwürdig, auch hier geben Kerfe den Ton an. Schon an der Oberfläche. Stellenweise ist sie wie bestreut mit winzigen bläulichen Wesen: den Wasserspringschwänzen. Es hüpft und tanzt in wildem Taumel durcheinander wie ein elektrisches Puppenspiel. Aber wahre Riesen gegen diese Miniaturballe-

rinen, die Wasserläufer — fahren ruckweise, mit ihren vier hinteren Spinnenbeinen lange schmale Schatten werfend, auf dem Wasserspiegel herum, als ob sie auf einer Eisbahn wären, während die taschenmesserartigen Arme zum Raube sich ausstrecken. Auch einige Schricken, zumal kleine dolchartige Gesellen, lassen sich von der sanften Welle schaukeln.

Nun aber tiefer. Was ist es mit diesen silberfunkelnden Ballons, die, wie durch ein inneres Triebwerk bewegt, in den schönsten Kreisen und Spirallinien durch das Wasser fahren? Es sind wirklich kleine Maschinen: Taumelkäfer, in einer Luftschichte, gleichsam in einer eigenen Atmosphäre eingehüllt. Dazwischen rudert der Rückenschwimmer, ein umgekippter Kahn; die Stabwanze, mittelst der immensen Afterborsten ihre Länge noch verdoppelnd, schießt pfeilschnell dahin, während die Scorpion- und andere Raubwanzen kopfüber in die Tiefe steuern. Das reichste Leben regt sich aber am und im Grunde selbst. Da wühlen zunächst die Schlamm- und Wassermistkäfer, die, merkwürdig genug, gar nicht schwimmen können, und hundert andere Arten von Deckflüglern in allen Größen, aber in der Färbung und der ganzen Tracht sehr übereinstimmend.

Das Wasser ist aber auch die „unerschöpfliche Gebärmutter" für viele Luftkerfe.

Heben wir einmal etliche Kiesel auf. Unzählige flache Larven rutschen über den Stein oder wimmeln im sandigen Untergrund. Wir geben sie in unsern Trinkbecher. Sie schlängeln ihren Leib, sie schlagen mit ihren Kiemenblättchen; aus ihnen werden jene Eintagsfliegen, die nach Reaumur's Beobachtungen meist zu ganz bestimmten Tagen und Stunden, und zwar nach Sonnenuntergang, gleich Wolken aus der Seine steigen und oft zollhoch mit ihren Aesern weit und breit die Ufer bedecken. Noch einen Blick. Dort, wo das Bachbett schlammig ist, erscheint es nach allen Richtungen von Furchen

durchzogen. Wir sehen schärfer zu. Gebilde wie kleine Sandwürstchen ziehen langsam ihre Bahnen. Andere sind Walzen aus Pflanzenstücken, aus Schneckenhäuschen und aus wer weiß was Allem zusammengefügt: die Kärder, die Larven der Frühlingsfliegen!

Aber nun weit weg von den Kerfen der heimischen Fluren und Gebüsche! Wir stehen in einer tropischen Flußlandschaft. Wie ein Schneegestöber wirbelt es durch die Luft. Ist es möglich, ist hier die Fruchtbarkeit der Natur so hoch gesteigert: die Tagfalter, bei uns nur einzeln, oder wie die reizenden Bläulinge doch nur in kleinen Trupps durch die gelben Kornfelder herumsegelnd, sie flattern, von den feuchten Sandbänken aufgescheucht, zu Millionen über dem Wasserspiegel. Und manche wie groß, wie farbenprächtig! Sie ersetzen im Urwald, wie Bates so schön sagt, die Feldblumen unserer Heimat. Aber auch die andern Kerfe! Diese Libellen mit fast halbschuhlangem, gertenförmigem Hintertheil, diese Fang- und Stabheuschrecken, bald mit Schwingen so bunt und glühend, als wären sie den Schmetterlingen entlehnt, bald in dornige Aeste sich verkleidend, und diese Käfer, Wanzen und Zirpen, theils durch ihre außerordentliche Toilette, ihre in allen Farben des Regenbogens schimmernden Rüstungen, theils durch ihre gewaltige Größe hervorragend, sind sie etwa den Kolibri's nicht ebenbürtig und bilden sie nicht eines der herrlichsten Attribute dieser Feuerklimate?

Der Leser mag uns nun, wieder auf heimischen Boden zurückgekehrt, an das Meer begleiten. Dort die mit Oelbäumen bepflanzte Steinbank streckt sich weit hinaus in die endlose blaue Flut. Wie nah sind hier die Gegensätze! „Tiefe Stille herrscht im Wasser.“ Träge und lautlos wälzt sich die lederne Seegurke durch den Schlamm; der Seeigel, zwischen Steinen festgeankert, gibt kein Lebenszeichen; die Muschel, der Röhrenwurm ist ein Bild der Verschlossenheit; die Napfschnecke, der

fest umpanzerte Rankenfuß klebt regungslos am Felsen, auch die farbenglühende Anemone hat sich, der Flut harrend, eingezogen — und diese malerischen flechten- und moosartigen Ueberzüge, diese seltsamsten aller Thierkolonien, welche alle Ufersteine bedecken — führen sie nicht ein puppenhaftes Traumleben? Aber hier oben auf der Steinbank, auf den magern Gebüschen, die dem heißen Sand entsproßen! Ein wahres Höllenconcert klingt an unser Ohr. Tausende von Schnarrheuschrecken, in allen Größen und Farben, wetzen ihre Hinterbeine an den gerippten Flügeln, während die Cicaden mit ihrem Kri-Kri einen betäubenden Spektakel machen, und diese Geigen- und Zitherspieler musiciren mit solcher Ausdauer und, wie echte Dilettanten, mit solcher Heftigkeit und ohne alle Harmonie durcheinander, daß in der That die Steine rasend werden könnten.

Die Heuschrecken sind zwar nicht, wie v. Brunner behauptet, die vollkommensten Insekten, aber doch sicherlich jene, welche den mechanischen Charakter, das starre Hebelprincip der Luft-Gliederfüßler am besten zum Ausdruck bringen. Aber die Heuschrecken und Cicaden sind nichts weniger als eigentliche Seestrandkerfe, wir meinen also Insekten, die vorzugsweise oder gar ausschließlich nur in nächster Nähe des Meeres sich aufhalten. Daß es aber der specifischen Litoralkerfe genug gibt, wird eine flüchtige Musterung darlegen, die aus mehrfachen Gründen ein besonderes Interesse gewährt. Sehr ergiebig fällt zunächst, wobei wir uns an Gust. Jägers „Deutschlands Thierwelt" halten, eine Untersuchung der Strandpflanzen aus. So bohrt in den Wurzeln der Strandnelke (Armeria) eine Glasflüglerraupe (S. philantiformis), während in den Blüten eine Motte nagt und unzählige kleine Blasenköpfe (Phloeotrips statices) herumlaufen. Auch der Meersenf nährt seinen besonderen Gast, die Ufer-Erdraupe. Desgleichen bewirthen der *Meerkohl* und das stachelige Salzkraut mehrere Motten und

Großraupen, während auf dem Glasschmalz Gymnancycla canella und eine Gelechia leben. Die schöne Raupe des prächtigen Papilio hero ist gleichfalls eine Küstenbewohnerin und zwar auf dem Strandhafer.

Manche Raritäten findet speciell der Käferfreund am Dünengras. Hier ist der schwarze schnellende Cardiophorus zu Hause, der glänzende Baridius, der cyanblaue Orobitis, die silbrig beschuppte Hoplia, die 13fleckige Hippodamia, der halbkuglige Phalacrus, der Olibrus, Disopus, die Anisotoma und wie sie alle heißen.

Selbst der vom Flutwasser durchtränkte und gesalzene Sand ist nicht frei von dergleichen Gethier, und neben ganz specifischen Seegeschöpfen, neben kleinen Krabben, Muscheln, Würmern aller Art kannst du den Odacantha melanura, den Dromius longipes, den Malachius spinosus, den Anthocomus und Andere auflesen.

Wenn hier aber faktisch nicht bloß eine Berührung, sondern eine Vermischung der terrestrischen und der marinen Fauna stattfindet, warum leben die Kerfe nicht auch im Meere selbst? Es ist wirklich eine höchst merkwürdige Thatsache, daß diese Kosmopoliten, diese Erdbürger ersten Ranges, die sonst allüberall in unzähligen Geschlechtern vertreten sind, und denen, um ihre Herrschaft auszubreiten, keine Mühe zu groß ist, gerade vor dieser scheinbar so leicht zu überschreitenden Schranke stille stehen.

Dies ist um so auffallender, als, wie wir an den Uferwanzen (Salda), an gewissen Salinenmaden und besonders an den frei auf dem Meere rudernden Helobates sehen, das gesalzene Wasser für die Kerfe nicht unbedingt tödtlich ist.

Kann der Grund dieser scharfen Abgrenzung des Kerfterritoriums wohl ein anderer als der sein, daß alle Versuche sich im Uferwasser einzubürgern, theils, für die Luft-In-

sekten mit vollkommener Verwandlung, an der großen Tiefe, theils an dem Umstande scheiterten und auch nach menschlicher Voraussicht in alle Zukunft scheitern müssen, daß die ungeheuerliche endogene Meerbevölkerung eine solche der Individuenzahl nach immer verschwindend klein bleibende Insekteneinwanderung in kürzester Zeit bis auf den letzten Mann vertilgen würde.

Die Kerfe sind und bleiben auf die Luft, das feste Land und die seichten Binnengewässer angewiesen, allwo sie auch das geworden, was sie jetzt sind und was ihnen nunmehr, nachdem sie das Meer vor Langem verlassen, verbietet, jemals wieder jene Natur anzunehmen, vermöge welcher sie sich dasselbe zurückerobern könnten.

Von unserm Standplatz am istrischen Seegestade, wo gewisse Kerfe, wie wir gehört, so gar lustiger Dinge sind, schauen wir gegen Norden einen Kranz schneegekrönter Alpengipfel. Ob es auch dort oben Insekten gibt? Steigen wir hinauf. Unsere Musikanten begleiten uns. Ueber der Baumgrenze, in einer Höhe von 7000', nachdem wir schon lange die Sennhütten mit ihrer ekelhaften Käsemaden-, Bremsen- und Dungkerfebrut hinter uns haben, sind sie noch eben so fidel, wie dort unten, am bleichen Felsufer der Adria. Und merkwürdig: Unter diesen jovialen Aelplern sind ein Paar, z. B. der Stenobothrus pratorum und variabilis, die wir schon am Meere geigen hörten, und die man auch in Amerika, in Afrika, kurzum auf der ganzen Welt wiederfindet. Aber höher! Wir schreiten über ein Eisfeld — alles Leben muß hier erstarrt sein — da sieh! die minutiösen Ballerinen, die wir auf dem Wiesenbach gesehen, die haben sich den Gletscher zum Tanzboden erwählt. Es sind die zuerst von C. Vogt beobachteten Gletschflöhe (Desoria glacialis). Zu Millionen springen sie umher — der Firn ist stellenweise wie mit Schießpulver von ihnen bestreut. Nun, haben die Kerfe keine zähe Natur? Nach

schlafen sie nicht, sie erstarren; und im Winter? Sie frieren zu Eis; aber sie erfrieren nicht, genau so wie gewisse Raupen, die man in ihrer Winterstarre wie Glas zerbrechen kann, und die endlich doch wieder ihre Ostern feiern.

Wir springen nun über die Steinblöcke einer Moräne. Der Insektensammler wird aber das spannende Steinumlegen auch hier nicht, ja hier am wenigsten unterlassen können; denn wo fänden die Kerfe, wird er sich fragen, in diesen Regionen einen bessern Unterstand vor den Unbilden eines extremen Witterungswechsels? Und er täuscht sich nicht. Schon unter dem ersten finden wir eine sehr zahlreiche und respektable Gesellschaft. Der Asselsammler kann nicht schleunig genug zugreifen, um die mit Blitzesschnelle sich davonwindenden Scolopender zu fassen, während der Spinnenjäger seine Achtfüßler bequemer in ihren Gespinnsten abfängt. Seltsam, was hier für Mordgesellen, die sich gegenseitig umbringen, unter Einem Dache beisammen leben müssen! Namentlich Raubkäfer. Hier die schöne, glänzend schwarze Feronia maura, der Carabus alpestris, Hoppei, der Cychrus und was diese flinkfüßigen, meist mit dunkelm Erz gepanzerten Ritter für Namen führen.

Aber auch andere echt alpine Deckflügler, zahlreiche Nebrien, Trechus, Blatt-, Rüssel- und Schnellkäfer suchen den gleichen Unterstand, und als würdige Vertreterin der Ameisen, welche auf dem Flachland die privilegirten Steinunterwohner, ist die braunrothe Myrmica sulcipodis zugegen.

Um auch dem Faltersammler eine Freude zu machen, wollen wir auf der Rückkehr von den nackten Höhen auf den Alpweiden und Alpmähdern Umschau halten. Gilt doch seit Langem das Hochgebirge als das Paradies des Lepidopteren-Jägers. In erster Linie sind es aber gewisse Spanner und Motten, welche unten im Thal, wo sie von unzähligen Singvögeln

[illegible] und [illegible] werden, [illegible] der Mensch sich [illegible], hier oben unter, wo es [illegible] gestimmbetten Schmetterlinge nur wenige gibt, auch an hellen Sonnenschein, und ist in ganzen Schmetterlingen, [illegible] [illegible].

Gleich hier an der Felsenwand und [illegible] dann zu unterscheiden, [illegible] Hunderte von Felsenbienen (Osmia alpina), während zahlreiche Schmetterlinge, Blattläuse, Käfer und Erdwanzen und darunter die [illegible] Eremia glacialis, [illegible] zur Blüte zu Blüte gaukeln. Neuerdings sind aber auch hier unter Schmetterlingen [illegible] Schmetterlingsraupen auch ihre besondern Nähe bereitet.

Auf der Alpenrose weiden mehrere Rüssler-Raupen, auf der Heidelbeere gartliche Spannerraupen (z. B. Coleophora [illegible]); an den Blättern der gewöhnlichen Steinbrechpflanzen spinnen einige hübsche Motten (z. B. Zelleria saxifragae und [illegible]), während die weißen Blüten von zwei Federmotten (Pterophorus) gerüttelt werden. Desgleichen findet sich auf den Thymianblüten, auf der Arnica, Pest- und Gemsenwurz wieder Allerlei, und auch die hervorragende Arnica hat ihren Stammgast.

Auch an Zweiflüglern, die an der „höhlichen Honig- und Sonnenscheinbrennerei" sich beteiligen, so also namentlich an Schwebfliegen, an Chironomen und Scheinbienen (Eristalis) ist kein Mangel, und die prächtigen Saphrien und Asilus lassen der übrigen Bergfliegen auch hier keine Ruhe.

Dazu kommen dann noch, wenn wir diesmal die Käfer, Wanzen und Schrecken aus dem Spiele lassen, ein paar Hauptvertreter der unvergleichlichen Netzflüglerordnung, die Libellula coerulescens, die Aeschna juncea und borealis, während die Cordulia alpestris, der Adler der Kerfwelt, über die höchsten Felszinnen emporschwebt.

Das wären einige der auffallendsten Insekten, welche der Alpen ausschließlich angehören. Daneben findet der Begleiter

aber noch vieles gemeine Zeug, d. h. solche Kerfe, die zu suchen er keine beschwerliche Bergfahrt zu unternehmen braucht, da er sie, theils auf dem Mittelgebirge, theils unten, auf dem flachen Lande, mit Bequemlichkeit beobachten und sammeln kann. Mit andern Worten: Sowie am Seestrand eigentliche maritime Insekten mit den gewöhnlichen Kerfen des trocknen Landes vermischt vorkommen, indem die Lebensbedingungen, welche den erstern z. Th. nothwendig sind, auf manche der letztern doch nicht schädlich wirken, ebenso können viele Flachlandkerfe die besonderen Umstände, welche auf den Höhen herrschen und welche von den meisten specifischen Alpenkerfen nicht wohl entbehrt werden können, gleichfalls vertragen, und ist es also schon im Vorhinein nicht undenkbar, daß hoch- und niederländische, Wasser- und Landinsekten ihren gewöhnlichen Aufenthalt ohne Schaden und zwar nicht ein-, sondern sogar mehrmals miteinander vertauschen können.

Den besten Beleg für eine solche Acclimatisation der Insektenwelt, wie wir sie behauptet haben, und durch welche offenbar das Gesammtbild derselben von Zeit zu Zeit und von Ort zu Ort sich bedeutend abändern, wo nicht im Laufe längerer Perioden von Grund aus sich umgestalten muß, gibt uns die folgende Erscheinung.

Der Mensch, dieser glücklichst organisirte und wanderlustigste aller Erdenbewohner, vermag unter den widerstrebendsten Verhältnissen — im Eise des Poles sogut wie unter den Palmen der Tropen — auszuharren, und dies offenbar nicht allein vermöge seiner künstlichen Schutz- und Hilfsmittel, da viele an sein Dasein gebundene Pflanzen, welche diese Wanderungen unwillkürlich mitmachen, dies auch vermögen. Zu diesen gezwungenen Begleitern des Menschen, welche mit ihm die wechselvollsten äußern Einwirkungen ertragen, gehören nun auch eine Reihe von Insekten, und zwar nicht

bloß die vielen Parasiten, welche theils auf ihm selbst, theils auf und in seinen Hausthieren und deren Abfällen leben und welche von den äußern Einflüssen verhältnißmäßig wenig auszustehen haben, sondern auch viele Käfer, Fliegen, Immen, Falter u. s. w., welche als Larven auf dessen Kulturgewächsen hausen und welche im vollendeten Zustand allen örtlichen und klimatischen Einflüssen ebensogut wie er selbst ausgesetzt sind.

Speciell in die Alpen aber sind mit dem Menschen, wenn wir uns lediglich auf die Falter beschränken, nachweislich eingedrungen: drei verschiedene Krautweißlinge, der Distelfalter, der Trauermantel, der große Fuchs, der gemeine Scheckfalter, die Gamma-Eule u. m. A.

Von dieser einen scheinbar unbedeutenden Thatsache können wir nun zur Erklärung einer andern weittragenderen übergehen.

Eine vergleichende Betrachtung der Verbreitung der Kerfe in horizontaler und vertikaler Ausdehnung lehrt uns, daß das Gebirge in seinen übereinander liegenden Stockwerken bis zu einem gewissen Grade eine Wiederholung dessen darbietet, was auf dem Flachlande, in verschiedenen Breiten, nebeneinander liegt. Dies wird am anschaulichsten, wenn man die Kerffauna der obersten Etage unserer südlichen Hochgebirge mit jener des hohen Nordens vergleicht, indem beiderlei von einander so weit abliegende Gebiete eine ganze Reihe nicht bloß ähnlicher, sondern vollkommen identischer Formen mit einander gemein haben.

Unter den Käfern gehören z. B. hieher: Miscodera arctica, Patrobus septentrionis, Amara erratica, Quenselii und rufocincta, ferner Sphaerites glabratus, mehrere Dasytes und Polydrus, dann von Bocktäfern einige Taxotus, Pachyta und Strangalia, sowie endlich die allbekannte Lina alpina.

Von Faltern:

Zwei Bläulinge, eine Argymnis, 5 Erdeulen, 4 Tageulen, während, Andere bei Seite gelassen, von den 6 alpinen Psodos- und den 7 Gnophos-Arten je 2 auch boreal sind.

Heutzutage, wo die Geologie nachgewiesen, daß unsere Alpen verhältnißmäßig jungen Ursprungs sind, wird es sicherlich Niemand glauben, daß sich diese Conformität der alpinen und borealen Insektenfauna einfach daher schreibe, daß es dem Schöpfer eben gefallen habe, einige der Kerfe, welche im hohen Norden schon seit Langem existirten, später auch den neugebildeten Alpen anzuerschaffen; sondern wir werden uns um eine natürliche Erklärung umsehen. Und da wir auf der einen Seite, wenigstens von den Käfern, nicht annehmen können, daß sie vom Norden her direkt auf unsere Alpengipfel losgepilgert seien und, von der andern Seite, auch kein analoger Fall bekannt ist, der es uns wahrscheinlich machte, daß an zwei so weit entfernten Gebieten durch die Aehnlichkeit der lokalen und klimatischen Verhältnisse aus ursprünglich ungleichartigen Kerfen, wir sagen nicht überhaupt andere, sondern genau identische Formen allmälig erzogen wurden, so muß man zur Annahme die Zuflucht nehmen, daß die gegenwärtig auseinandergerissenen oder discontinuirlichen gleichen Faunen des Nordens und Südens ehemals zusammenhingen und ein Ganzes bildeten. Und dies war wohl auch der Fall, nämlich zur Eiszeit, während der beiderlei Distrikte nur eine einzige große thiergeographische Provinz ausmachten, oder deutlicher gesagt, wo es noch weder eine hochnordische noch eine hochalpine Kerf- und überhaupt Thierwelt gab, indem jene Bewohner, welche wir heute dort antreffen, noch auf dem flachen Mittellande beisammen wohnten. Die Theilung oder Zersprengung dieser eiszeitlichen Kerfwelt erfolgte aber beim allmäligen Hereinbrechen der wärmern Aera, wo eine Insekten, *denen es auf dem alten*, immer heißer wer-

[illegible] Richtung [illegible]. Ich [illegible] nach Süden, auf [illegible] Bergschiffen, [illegible] nach dem früher [illegible] Kochen [illegible].

[illegible] wenigstens, [illegible] doch in [illegible] Fluß gebracht [illegible] Wanderung des mittel- [illegible] Schnecke durch die Rhätischen Alpen vom Süden, [illegible] von [illegible] her.

[illegible] Alpen [illegible] sind insbesondere eine [illegible] zu nennen, die den Südalpen [illegible] und Wärme, sowie dem Kochen gemeinsam sind, während sie in den [illegible] nirgends gefunden werden. [illegible] (Tomacella), zwei Perlmutter- [illegible] und [illegible] mehrere eine Erdnuß (recursa) und [illegible] und [illegible]).

[illegible] sich nach zwei Richtungen, nach den [illegible] Südalpen und nach dem europäischen Kochen [illegible], gibt es wieder andere, welche [illegible] nach dem heutigen Stand der Dinge [illegible] Richtung entstanden.

[illegible] Montanlerfen [illegible] der [illegible] und große Apoll, zwei Bläulinge [illegible] Perlmutterfalter (amathusia), mehrere [illegible], ein Spanner und 7 Erdeulen, während der auf unsern Alpen einheimische italienische Bärenspinner [illegible] italienische Erdeule und mehrere [illegible] Sardinien [illegible] Sardinien [illegible] sind.

[illegible] Wanderung des [illegible] [illegible] Alpenpflanzen [illegible], daß es [illegible] nicht [illegible] Daß wir [illegible] wie im Falle [illegible] in der [illegible] Zone der Erde und [illegible] in die „grüne" Zone

die Betrachtung des Heute aber hell erleuchtete Vorzeit versetzt haben; ja wir erlauben uns noch, ehe wir vom Kerfgeographischen Abschied nehmen, ihm eine kleine Tabelle über die Verbreitung der Großschmetterlinge im nördlichen Europa beizufügen.

Deutschland im Ganzen . .	1377 Arten	Deutschland	
England	736 „	in einer Höhe von 3000′:	899 Arten,
Lappland	263 „	„ „ 4000′:	527 „
Grönland und Island . .	19 „	„ „ 6000′:	210 „
		über der Schneegrenze:	36 „

Daß die Kerfe keine ausschließlichen Tag- oder Lichtthiere sind, sondern vielfach auch im Finstern ihren Geschäften nachgehen, das sehen wir bei den Holzwürmern und überhaupt bei den Pflanzen-Entoparasiten, dann bei den Ameisen, Ohrwürmern, sowie bei jenen Laufkäfern, die unter Steinen sich aufhalten. Sind aber mit diesen die Nachtkerfe schon erschöpft? Begeben wir uns mit einer Blendlaterne in dasselbe Erlengebüsch am Wiesenbach, wo wir bereits früher einmal gewesen. Schon von Weitem hören wir sonderbare Töne durch die Nacht hallen. Näher kommend, schallt es uns von allen Zweigen entgegen — das flötende Gezwitscher der Laubheuschrecken, denen die Grillen im Felde wacker sekundiren. Beleuchten wir die Scenerie. Eine wahre Gespensterwelt. Um das Licht tanzt in wildem Reigen ein ganzer Chorus der verschiedenartigsten Motten, Eulen, Hafte, Schnacken und anderer Nachtvögel.

„Und knisternd verzehrten die Flammen der Kerzen
„Die Käfer und ihre liebenden Herzen.
„Die einen büßten das Leben ein,
„Die andern nur die Flügelein.“ (Heine.)

Und im Gebüsch? Wir haben ein Schlachtfeld vor uns. Das grüne Heupferd, die Musik einstellend, murxt eben eine schlummernde Blattwespe ab; die große Raubwanze erdolcht

eine Raupe; der goldglänzende Laufkäfer, ein gemeiner Raubmörder im funkelnden Kaiserharnisch zwickt eine Feldschrecke zu Tod, und unten am Boden laufen noch Hunderte ähnlicher Spießgesellen.

Die zarten Bienchen und Fliegen, welche theils mit den Kinnbacken, theils mit den Armen einen Zweig umspannend, wie Beeren an den Gesträuchen hängen, die lieblichen Falter, welche zwischen den Gräsern oder auf den Blättern ruhen, und auch die vielen, auf weiche schöne Blumen gebetteten Käferchen sind wahrhaftig zu bedauern, da sie in so böser Gesellschaft schlafen müssen. —

Schließen wir die Laterne. Ist es nun finster?

„Leuchtkäferchen fliegt hin und her,
„Das wie ein Silbersternlein funkelt;
„Es glänzt sein grünes Licht, je mehr
„Der Wald am Ufer nächtlich dunkelt."

(Chr. Schneller.)

Aber was ist die Poesie dieser niedlichen Irrwische, dieser tanzenden elektrischen Brenner gegen das hehre Flammenfest der Feuerfliegen in den Urwäldern der Tropen! —

Mitten heraus aus der schönsten Saison des Kerflebens springen wir nun gleich in das andere Extrem. Was ist es denn mit den Insekten im Winter, also während jener vier langen Monate, wo, in unsern Zonen, die Erde den Pflanzenfressern nichts bieten kann, und sich daher auch die fleischfressenden Zünfte, die Laufkäfer, Schlupfwespen, Raupentödter u. s. w. vergeblich nach Beute umsehen? Im Sommer sind die Kerfe zahllos wie der Sand am Meere, im Winter scheinen sie ganz zu fehlen und im nächsten Frühjahr wimmelt es dennoch wieder vom alten Geziefer. Die Geschichte ist einfach

Fig. 4. Ameisenbau aus einem Buchenstamm.

Die Insekten, wir meinen die geschlechtsreifen, die Im
gines, sind einjährig, wie die meisten Pflanzen. Die Meh
zahl lebt nur wenige Wochen, oft nur Tage, ja Stund
Sie sterben in derselben Reihenfolge, wie sie ins geschlecht
reife Alter eintraten. Im Sommer oft mehrere Bruten hinte
einander. Der eintretende Futtermangel und die Kälte be
Anbruch des Winters tödtet aber mit geringen Ausnahm
auch jene, die unter günstigeren Umständen noch einige Z
hätten ihr Leben fristen können.

Die Kerfe sind todt, es leben die Kerfe! Es überwinte
ihre Nachkommen, d. h. jene der letzten Generation. D
aber theils in einem Zustand, wo ihnen das Fasten ni
schwer wird, theils an einem Ort, wo sie entweder gar ni
zu fasten brauchen oder doch wenigstens vor dem Erfrier
geschützt sind.

Kerfe aus fast allen Ordnungen überwintern im Zustand
Eies. Jedoch darf man deren Zahl nicht allzu hoch
schlagen; denn einmal legen viele Kerfe die Eier in
warmen Jahreszeit, wo sie dann bald ausgebrütet sind, u
dann erfordern die Eier zahlreicher Kerfe, wie z. B. je
die in junge Früchte, frische Blätter, Stengel u. s. w. gel
werden, zu ihrer Erhaltung Bedingungen, wie sie im Win
nicht vorhanden sind.

Die Lagerplätze der meisten überwinternden Eier erschein
in doppelter Hinsicht, nämlich betreffs des Kältegrades, den
auszuhalten haben, und betreffs der für die ausschlüpfend
Larven erforderlichen Nahrung „zum Bewundern gut a
gewählt". Während z. B. die Eier jener laubfressenden Ke
die im Sommer ausschliefen, ganz locker an das Laub
betreffenden Futterpflanze geklebt werden, suchen die Insek
für die überwinternden Eier eine solidere Unterlage,
der sie nicht durch jeden Luftzug weit von jenem Orte e
führt werden können, wo die Larven später ihren Unt

halt finden sollen. Ringel- und Schwammspinnereier, worüber unten das Nähere, illustriren dies.

Das eigentliche Winterstadium, man möchte sagen, die eigens für die Ruhe- oder Schlummerzeit der Kerfe erfundene oder richtiger durch jene hervorgebrachte Entwicklungsphase ist jene der Puppe. Sicher bei Neunzehntel aller Falter, zahlreiche Immen, Fliegen, Deck- und Netzflügler, also kurzum alle Kerfe, die überhaupt eine vollkommene Verwandlung bestehen, machen dieses Mittelstadium im Winter durch, in Folge dessen sich aber dasselbe mehr in die Länge zieht, als wenn es im Sommer absolvirt wird.

Dabei sind dann die Puppen nicht allein durch ihre natürliche Hülle, die starre Haut, sowie durch Gespinnste und ähnliche Schutzmittel vor der Kälte bewahrt, sondern auch durch ihre Lage, indem sich die Larven vor der Verpuppung in Spalten, Baumstämme, unter Steine, Laub, Moos oder tief in die Erde verkriechen, mit einem Worte besondere Winterquartiere aufsuchen.

Viele Kerfe überwintern aber auch als Larven, also in einem Zustand, wo ihnen sonst das Vielessen zur Pflicht gemacht ist. Solches versteht sich einmal von selbst für alle Insekten, deren Entwicklung, wie z. B. bei den Mai-, Schnell-, Bock- und Prachtkäfern, ferner bei jenen der Wasserjungfern, Eintagsfliegen u. s. w. sich auf mehrere Jahre hinaus zieht, also, kurz gesagt, für die mehrjährigen Larven und dann für jene, die, obwohl sie mit ihrem Geschäft sehr bald fertig wären, zu ganz ungelegener Zeit, nämlich im Herbste, aus dem Ei schlüpfen, wie gewisse Bohrkäfer, Blattwickler und überhaupt die letzten Bruten jener Insekten, welche im Verlauf des Sommers eine Reihe von Generationen hervorbringen. Ihre Verstecke aber sind meist dieselben, wie die der Puppen.

Manche Larven bauen sich auch einen förmlichen „
palast". Jeder kennt die großen auf den Bäumen hä
Gespinnste des Goldafters, in denen Tausende junger R
in besondere Gemächer abgetheilt und dicht zusammeng
der strengsten Kälte trotzen. Auch die Raupen de
dornweißling leben oft in großer Zahl unter einem
samen Dache und scheinen nach Bonnet einen eigenen
räumer oder Gassenkehrer zu haben, der von Zeit zu
Unrath der Gesellschaft bei Seite schafft.

Weit mehr Kerfe, als man glaubt und selbst e
serer kenntnißreichsten Entomologen, Prof. Brauer,
eigenen Abhandlung namhaft macht, überwintern
kommenen Zustand. Kirby hat eine Zusammenstel
geben, die noch immer die vollständigste und lesbarst

Die meisten Wintergäste sind Käfer, Wanzen,
schwänze, Ohrwürmer, Grillen, Tettigiden u. s.
dicke Haut schon etwas vertragen kann. Besonders
die Rüssel-, Raub-, Schab- und Marienkäfer, sowie
flügler, Erdflöhe u. s. w. vertreten. Diese warten ab
Regel nicht mit der Aufsuchung der Winterquartiere
zu spät ist; bis sie die Kälte übermannt, sondern s
oft schon sehr zeitlich um einen passenden Unterstand
warmen Herbsttagen rotten sie sich oft, gleich den
dernden Vögeln, schaarenweise zusammen, und man
dann in großer Menge auf Wänden, Zäunen, Fußsteig
in Spalten und Löcher laufen. — Am besten sind aber i
die Wasserkerfe daran. Wenn es schon sehr kalt ist, od
im Frühjahr, während die Landinsekten noch im tiefe
liegen, tummeln sie sich munter in ihrem Elemente he
haben, wenn die Zeiten schlimmer werden, im Schlam
unter Steinen eine bequeme und sichere Zufluchtsst
Auch von Faltern hat man schon gegen hundert Art
wintern sehen, am häufigsten Füchse, Trauermantel, C

vogel, etliche Eulen (Xylina, Cerastes), Spanner (Larentia), Zünsler (Botys hybridalis), Wickler (Tereas) und einige Motten und Geistchen.

Von andern Kerfgruppen überwintern nur einzelne Arten. Unter den Netzflüglern z. B. manche Libellen (Lestes fusca), die Perlfliege (Chrysopa vulgaris), von der wir heuer tagtäglich einige an den Mauern unserer Studierstube hängen sahen, und dann gewisse Micromus-Species. Nothwendig ist die Ueberwinterung für gewisse im Herbst befruchtete Immen- und Hummelmütter, welche Stammhalterinnen ihres Geschlechtes sind. Bei der Honigbiene macht die Eintracht nicht bloß stark, sondern auch warm. Nur beim stärksten Frost oder in untauglichen Stöcken werden sie unbeweglich, geradeso wie die Ameisen, welche hingegen bei milderem Wetter häufig auf dem Schnee herumspazieren.

Man wird vielleicht glauben, daß so kleine Wesen wie die Kerfe im Winter gar bald ihre Wärme gegen die Umgebung verlören und, da sie in dem schlafähnlichen Zustand, in den sie verfallen, wenig oder gar nicht athmen, also auch den Wärmeverlust nicht wieder ersetzen können, ausnahmslos zu Eis erstarrten.

Indeß haben wir es nicht mit leblosen Materien, sondern mit Organismen zu thun, die gemäß ihrer ganzen Constitution auf die Kälte sehr verschieden reagiren. Durch Versuche ist festgestellt, daß manche Raupen, wenn sie einmal gefrieren, nicht wieder aufwachen, andere dagegen keinerlei Schaden nehmen. Grad und Dauer der Kälte, welche Kerfe ertragen können, wären aber durch neuerliche Experimente festzustellen. — Wie ungleich die Widerstandsfähigkeit der Kerbthiere gegen Wärmeentziehung ist, demonstrirt am anschaulichsten der sicher constatirte Fall, wo ein Dungkäfer vollkommen erstarrt gefunden wurde, während seine winzigen Schmarotzer-Milben ganz munterer Dinge waren.

Einer nicht unerheblichen Anzahl von Kerfen hat aber die Kälte gar nichts an — ja manche erinnern an die Weihnachtsrose; sie feiern ihre Auferstehung im Winter. Zu diesen Schneekerfen zählt vor Allem ein kurzbeschwingter Netzflügler (Boreus hiemalis), der sich, gleich vielen tropischen Kerflarven, im Sommer einkapselt, dann der gemeine Bader oder Schneewurm, weiters der Schneespringschwanz und eine Mücke (Chionea araneoides). Die Winter- (Trichocera hiemalis) und Schmetterlingsschnacken (Psychoda), gewisse Musciden, Dung- und Raubkäfer, die Zinnoberbärenraupen und die Frostspanner sind gleichfalls gegen die Kälte gefeit.

So viel entnimmt der Leser wohl aus dieser Skizze, daß der kundige und geduldige Insektenjäger auch mitten im Winter reiche Beute findet, und die Anatomen nicht Noth hätten, als Surrogate für ihre Winterstudien immer und immer wieder zu den Flöhen, Läusen, Schaben und Hauswanzen zu greifen, welche in der kalten Jahreszeit theils vom Feuer der Warmblüter zehren, theils die menschliche Kultur, unsere Oefen und Betten, sich zu Nutze machen. —

II. Kapitel.

Einfluß der Außenwelt auf die Natur der Insekten.

Veränderung des Kerf-Organismus durch die direkte Einwirkung der äußeren Daseins-Bedingungen.

Kein Naturgesetz sind wir geneigter, ohne weitere Beweise für wahr anzunehmen, als das der conservativen Vererbung, vermöge welcher alle Wesenseigenschaften der Erzeuger von

Geschlecht zu Geschlecht unverändert auf das Erzeugte fortgepflanzt oder übertragen werden.

Trotzdem ist dieses Gesetz, wenigstens in dieser starren Form, nichts Anderes, als ein Dogma, d. h. als ein Glaubenssatz, der nicht deshalb noch immer für wahr gehalten wird, weil er wirklich wahr ist, sondern deshalb, weil er schon so lange für wahr gehalten wurde und so gewissermaßen für verjährt angesehen wird, während man ihn im Gegentheil als antiquirt betrachten sollte.

Daß der Satz von der constanten oder unveränderlichen Vererbung speciell für die Insekten absolut falsch ist, zeigt uns einmal die haarsträubende Verwirrung in den Taufregistern dieser Thiere, aus denen hervorgeht, daß es, bei gewissen Gruppen wenigstens, „ganz einerlei ist, ob man in einer bestimmten Reihe einander ähnlicher Formen ein kurzes oder ein längeres Stück mit einem besonderen Namen beehrt und als Species (d. h. als Gesammtheit oder Collectivbegriff aller mit gemeinsamen Form- und Lebenscharakteren behafteten Individualitäten) betrachtet", und dann auch die unmittelbare und zu jeder Zeit zu bewerkstelligende Beobachtung, daß die Abkömmlinge eines Elternpaares weder unter sich noch mit den Erzeugern absolut gleich, sondern im Gegentheil davon oft so sehr verschieden sind, daß sie mehr einer fremden Art, als ihrer eigenen gleichen. Die schönste Illustration für das letztgenannte Factum gibt nachstehende Figur. a ist ein Tagfalter aus dem malajischen Archipel, Papilio memnon, von tiefschwarzer, durch aschblaue Flecken unterbrochener Flügel-Färbung. b eine durch den löffelartigen Anhang der Hinterschwingen, sowie durch die weiß und ledergelb gestreiften Flügel wohl unterschiedene andere Art derselben Gattung: P. coön.

Was würde nun der Leser von der „Unveränderlichkeit der Art" halten, wenn Eltern von der ungeschwänzten Art

Fig. 4.
a. Papilio memnon. b. P. coön.

Es läßt sich aber nicht bloß be
durch die „Majestät der Thatsachen“,
die „Kosmogenie der Hebräer“ be

von welchen er ist und lebt, wie Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Nahrung und allen Hindernissen und Fördernissen unmöglich ein unveränderliches Dasein behaupten kann, sondern daß seine Natur den bestehenden Umständen sich accomodiren müsse.

Hat man aber exakte Belege dafür, daß „die Weise zu leben auf alle Gestalten zurückwirkt", oder „bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres", und ist es vielleicht nur eine den Organismen inhärirende Vermannigfaltigungstendenz, eine Art Neuerungs- oder Modesucht, welche den „Kreis" der ererbten Gestaltung zu „durchbrechen" und „den Formen Willkür zu schaffen" strebt? Solche Beweise gibt es in der That, und wenn auch, da man ihrer bei der bisherigen naiven und glaubensseligen Naturanschauung nicht bedurfte, vor der Hand nur wenige, so sind sie doch ausreichend, um zu zeigen, daß der Insektenorganismus keine souveräne Existenz ist, die „allen Gewalten zum Trotz sich erhält", sondern ein, freilich höchst verwickeltes, Molecularaggregat, das den allgemeinen Gesetzen sich gleichfalls fügen muß und das in seiner Art auf die äußeren Einwirkungen geradeso, wie etwa das Thermometer auf die Wärme und das Lackmus auf die Säuren reagirt.

Wir sagen, in seiner Art; wohl zu bedenken sind aber folgende Umstände: Fürs Erste, daß manche äußere Agentien, die uns sehr wirksam erscheinen und von denen wir uns eine bedeutende Einwirkung auf den Kerforganismus versprechen, denselben, seiner Natur halber, wenig berühren; fürs Zweite, daß die Natur der verschiedenen Kerfarten und selbst der Individuen einer Species, ja eines und desselben Individuums in verschiedenen Altersepochen nicht die gleiche ist, und daher auch nach Außen verschieden reagirt; fürs Dritte, daß die äußeren Einflüsse längere Zeit und mit einer genügenden Intensität andauern müssen, um den Organismus umzustimmen; fürs Vierte, daß

die bewirkten Veränderungen, theils, weil sie zu geringfügig, theils rein innerliche sind, der gewöhnlichen äußeren und oberflächlichen Beobachtung entgehen, und endlich, daß dieselben selten am Versuchsthier selbst, sondern meist erst bei den Kindern und Kindeskindern oder in noch spätern Generationen zum Ausbruch gelangen.

Auch all' Dem begreift man schon, daß es viel leichter ist zu beweisen, daß die Organismen durch die Außenwelt überhaupt verändert werden müssen, als zu zeigen, daß und wie sie faktisch und von Fall zu Fall verändert werden.

Was aber speciell die Insekten angeht, so sieht man sofort ein, daß schon eine ganz gewaltige Aenderung der Ernährung und des internen Stoffwechsels dazu gehört, bevor etwa am dicken Hautpanzer eines Hirschkäfers davon etwas verspürt wird, und man darf also, wenn bei irgend einer einschneidenden Veränderung der Existenzbedingungen das Exterieur des Kerfs gänzlich unverändert bleibt, daraus keineswegs schließen, daß am Organismus Alles beim Alten geblieben sei, und daß nicht bei den kommenden Geschlechtern, gleich dem Effekt der allmälig sich summirenden Arzneidosen, die Wirkungen auf den innern Lebensproceß sich derart steigern, daß sie endlich auch äußerlich, sei es in was immer für einer Gestalt und an was immer für einem Theile, zum Durchbruch gelangen. — Hält man sich das Gesagte vor Augen, so muß man sehr überrascht sein zu sehen, wie gewisse Agentien, die man auf die Larven und besonders auf die Puppen eines Insekts einwirken läßt, theils schon bei diesen, öfter aber am geschlechtsreifen Thiere ganz augenfällige Umwandlungen hervorbringen. Am empfindlichsten erweisen sich aber die großen Tagschmetterlinge, deren Flügel von Bates als Tafeln bezeichnet wurden, auf welche die Natur die geringfügigsten Artmodifikationen, einen Schatten

von Farbe, einen Strich oder Fleck u. dgl. gewissenhaft einschreibt und registrirt.

Ausgiebige Aenderungen müßte wohl zunächst der Futterwechsel bei den Raupen erzeugen? Wir finden aber nur sehr vage allgemeine Angaben. Saftreiche Gewächse, sagt Hamann, scheinen die Farbe zu erhöhen, und es lassen sich leicht aus einer Brut sehr verschiedene Varietäten ziehen, wenn man „weit auseinander stehende" Pflanzen füttert; der Bärenspinner speciell wäre ein sehr empfindliches Objekt. Die Raupen von Elloparia fasciaria seien ferner auf Fichten grün, auf Kiefern braun. Was heißt dies aber? Soll die Haut direkt die Farbe des Futters annehmen?! Die Raupe von Xylomiges conspicillaris wechsele die Farbe gleichfalls mit jener der Nahrungspflanze, des Ginsters. So lang dieser jung, ist sie grün; wenn die gelben Blüten kommen, erscheint sie auch in gelbem Kostüm — und wechselt dieses noch einmal in Graubraun um, wenn sie, schon ausgewachsen, zwischen dürrem Laube sich bewegt. Nun das ist ja zum Greifen, aber nicht, daß diese „Farbensympathie" ausschließlich vom Futterwechsel herkommt, sondern daß da was Anderes dahinter steckt.

Oder sollte es doch wahr sein, was jüngst Leydig behauptet, daß das Vergilben und Rothwerden der grünen Heuschrecken- und Chrysopa-Flügel im Herbste gleich dem der Blätter einfach auf einer chemischen Umsetzung bez. auf dem Mangel des Blattgrün, des Chlorophyll beruhe? Aber wie wenig kennt man noch die Kerfpigmente! Auf alle Fälle scheint aber der Einfluß der Nahrung ein weit geringerer, als jener des Klimas. Daß das Kolorit der Kerfe und besonders ihrer Flügel von den Polen gegen die Tropen zu immer heller, lebhafter und glühender werde, ist eine bekannte Thatsache, und die rothbemalten Fittiche mancher über viele Breitengrade vorkommender Insektenarten spiegeln die sich steigernde Temperatur in einer förmlichen Farbenscala wieder. Was ist aber hiebei

auf Rechnung der letztern, was auf jene der Bel
zu setzen? Daß letztere aber eine wichtige Rolle
beweisen folgende zwei Versuche. Zieht man die Rau
Schillerfalters im zerstreuten Licht, so werden die Flü
Schmetterlings fast ganz schimmerlos. Jene des großen
aber erhalten statt der bekannten blauen schiefergrau
flecken, wenn die Raupen unter gelbem Glase heran

Die ersten strengeren Versuche über die Temp
einwirkung auf Schmetterlinge scheinen von unserem
Freund Dorfmeister herzurühren. Besonders schön
Experiment mit Euprepia caja gelungen, wo er ganz
das normale Rothgelb der Hinterflügel „durch erhöhte
in Mennigroth", „durch erniedrigte in Okergelb" ver
konnte.

Das ist einfach; ein eigenes Bewandtniß hat es a
dem sog.

Saison-Dimorphismus,

d. h. der nach den Jahreszeiten wechselnden Färbu
Netzfalters (Vanessa levana L.) und einer Reihe andere
schmetterlinge, den bereits Rösel gekannt, aber erst
mann in einer höchst anziehenden Broschüre ordentl
klärt und dadurch zugleich eine Masse Licht auf den
lichen Umbildungsproceß der Kerfe überhaupt geworf

Unten werden wir hören, daß es einige Schmett
gibt, die zweierlei oder mehrerlei ganz verschiedene R
Puppen und was das Allerinteressanteste, bisweilen a
Weiber haben, deren Kinder ganz genau wieder in di
stapfen der Mutter treten. Dies ist der gewöhnliche D
Polymorphismus.

Mit dem Saison-Dimorphismus, und zwar zunä
V. levana, steht es aber so. Dieser Falter, aus dem
bekannten Geschlecht der Füchse, kommt in zweierlei un
einander so schroff gegenüberstehenden Formen vo

man sie lange für verschiedene Arten hielt, bis es gelang, beiderlei Typen aus derselben Brut aufzuziehen.

Bei uns zu Lande hat der Netzfalter gegenwärtig drei Generationen, er ist polygoneuont, oder, wie wir es freilich auf schlecht Deutsch heißen wollen, dreibrütig. Die erste Generation, von überwinternden Puppen herrührend, fliegt im April (Winter- oder Frühjahrs-Gener.), die zweite im Juli und die dritte im August (Sommer-Gener.). Die aus der zweiten Sommerbrut abstammenden Raupen verpuppen sich im Herbst und geben dann also die sog. Winter- oder Frühjahrs-Generation. Letztere einer- und die zwei Sommerbruten andererseits haben nun eben ihr eigenes Kostüm. Die Flügel der Winterform (V. levana schlechthin) sind vorwiegend braungelb mit schwarzen und weißen Flecken, jene der Sommerform (V. prorsa L.) schwarz mit weißem Mittelband. Es wechseln also periodisch eine braune Winter- mit je zwei schwarzen Sommergenerationen ab. Die Art hat sich in zwei Klima-Varietäten gespalten oder specialisirt.

Wenn es aber wirklich das Klima resp. die Wärme ist, welche, je nach dem höheren oder geringeren Ausmaß aus Raupen bezw. Puppen derselben Beschaffenheit, das einemal schwarze, das anderemal braune Falter entstehen läßt, so muß es uns wohl, wenn wir der Natur künstlich entgegenarbeiten, d. h. also, wenn wir die Winterformen warm und die Sommerformen kalt behandeln, gelingen, sie in einander zu verwandeln? Weißmann fing mit dem Letzteren an. Er setzte die aus der Winterbrut abstammenden, also die Sommer- oder Prorsa-Puppen in einem Eisschrank durch 4 Wochen einer Temperatur von 0—1° R. aus.

Das Resultat war bei 20 Versuchsthieren: 5 Prorsa und 15 Levana. Die große Majorität hatte also den Erwartungen entsprochen, sie war auf den künstlichen Winter eingegangen; einige aber blieben bei der Naturregel — sie er-

schienen trotz der überstandenen sibirischen Kälte im vorgeschriebenen Sommerkleide. So war es auch anderemale.

Bei Anwendung geringerer Kälte war auch die Zahl der entschiedenen künstlichen Winterformen geringer, und kamen eine Reihe von Zwischenformen (var. porima) zum Vorschein, die im Naturzustand nach Dorfmeister's langjähriger Erfahrung zu den größten Raritäten gehören. —

Nun, wie stand's mit dem umgekehrten Experiment? W. brachte die Levana- oder Winterpuppen ins Warmhaus. Wurden „Sommervögel" daraus? Kein einziger! Sie erschienen in der Wintertracht. Die Levana bleibt Levana. Wie erklärt sich aber diese Hartnäckigkeit, die um so auffallender ist, als die warm behandelten Winterformen eines Weißlings (Pieris napi) alle ohne Ausnahme sommerlich, ja selbst sommerlicher (nämlich gelber) wurden, als sie die Julisonne ausbrütet. Vielleicht kann uns da ein anderer Falter (Polyommatus Phlaeas) einen Wink geben. Er geht von Lappland bis Sicilien. Dort ist er bei der Kürze des Sommers „einbrütig". Alle Puppen sind Levana. Hier und schon bei uns in Deutschland kommt es aber zu zwei Generationen: die Puppen, welche dort überwintern müssen, zeitigt hier der verlängerte Sommer, und es gelingt noch eine zweite, die hiesige Winterbrut. Aber nur Italiens Himmel schmückt die Sommerform mit anderen Tinten; hier zu Lande ist eine Zucht wie die andere. Würde der einbrütige Lappländer im Warmhaus sicilianische Farbe annehmen? Gewiß ebensowenig, wie die einbrütige Alpenvarietät (Bryoniae) des genannten, im Thale zweibrütigen und wechselfärbigen Weißlings nach thatsächlichen Experimenten nicht die Tracht der Sommergeneration sich aufzwingen ließ. Was ist also naheliegender, warum die charakterfeste Levana die Sommermaske zurückweist, als die Annahme, daß sie einst, und zwar

während der Eiszeit, die alleinige Form war, während die Prorsa, welche ihren Charakter so leicht gegen jene vertauscht, ein Kind der neueren wärmeren Aera ist?

Dieser Fall macht uns zugleich mit zwei wichtigen biologischen Gesetzen bekannt, nämlich mit dem der gleichalterigen und dem der gleichzeitigen Vererbung. Der gleichalterigen, insoferne die an der Sommergeneration nach und nach entstandenen und sich summirenden Abänderungen gegenwärtig nur den vollkommenen Falter, nicht aber die Raupen und Puppen betreffen, also stets nur bei jenem (dem sog. correspondirenden) Entwicklungsstadium auftreten, von dem sie einst erworben wurden. Der gleichzeitigen oder cyklischen Vererbung aber, indem die neuen Errungenschaften mit Ueberspringung der Stamm- oder Winterform, nur bei der betreffenden, nämlich der Sommer-, gewissermaßen der Tochter- resp. Enkel-Generation sich einstellen.

Da die Entstehung einer eigenfärbigen Sommergeneration sehr verschiedenen Datums sein kann, so begreift es sich leicht, warum man „ganze Reihen von zweibrütigen Arten zusammenstellen kann, welche den Uebergang von völliger Uebereinstimmung beider Generationen durch kaum zu bemerkende Unterschiede hindurch (Polyommatus) bis zu Differenzen im Werthe von Varietäten und schließlich von Arten (Levana) veranschaulichen".

Sehr lehrreich sind noch folgende Exempel. Bei Papilio Ajax, einem saisondimorphen 4-brütigen Falter, spaltet sich die Wintergeneration selbst wieder in zwei Varietäten: Telamonides und Walshii, während die Sommerform (Marcellus) 3 Generationen hat. Aber nur ein Theil der Puppen von der ersten und zweiten Sommergeneration gibt die dritte; der andere überwintert mit der Brut der letztgenannten oder Herbstfamilie, ein Fall, der an den von Pieretes matronula

genahmt, die bei gewöhnlich zwei (!) jähriger Entwicklungsdauer in guter Pflege auch in Einem Jahre ans Ziel kommt.

Besonders interessant ist der zweifache Saison-Dimorphismus, wie er bei einem hübschen Bläuling, der Lycaena agestis, beobachtet ist. Seine dreierlei Formen, A, B und C wollen wir sie nennen, vertheilen sich in Deutschland und Italien nach folgendem Schema:

A	Deutschland	Winter-
B	Deutschland	Sommer-
B	Italien	Winter-
C	Italien	Sommer-

Form.

Es kommt also Deutschlands Winterform (A) in Italien überhaupt nicht vor, während die Sommerform von Deutschland (B) in Italien nicht die Sommer-, sondern die Winterform ist; indem das warme Klima des letzteren Landes seine besondere Sommerform hervorbrachte, ebensogut, wie das kalte von Deutschland eine separate Winterform ins Dasein rief.

Vielleicht handelt es sich aber bei diesem merkwürdigen Wechselspiel zwischen Sommer- und Winter-, oder zwischen Wärme- und Kälteform weniger um die Temperatur als um die Entwicklungsdauer der Puppen? Dies wird durch Polyphlaeas verneint, deren bei uns und in Italien abweichende Sommerformen betreffs der Puppenzeit sich völlig gleichstehen.

Ist es aber überhaupt die Wärme, welche die Menge und Vertheilungsweise des Flügelpigmentes beim Netzfalter unmittelbar bestimmt und beeinflußt?

Es wird ja, wenn W.'s Schlüsse richtig sind, nichts Neues erzeugt, sondern nur das Alte wieder ins Dasein gerufen

Und wird dieser Rückschlag (Atavismus), diese Auslösung des einstmalig unveränderten, jetzt aber nur mehr in der Winterform erhaltenen „Puppenchemismus" der Sommergeneration nur durch Wärme in Scene gesetzt? Aus den Puppen der ersten Sommerbrut, die mit W. das Schütteln einer langen Eisenbahnfahrt theilten, kamen, und zwar auf mehrere Monate verzettelt, lauter Levana zum Vorschein. Es bedurfte nur des „Anstoßes", um das Molecularaggregat der Sommer- in jenes der Winterpuppen umzusetzen.

Aber, werden die Leser einwenden, bisher war ja lediglich von Farbenvariationen die Rede; das Gebäu des Organismus selbst wird durch alle diese Machinationen der Ernährung, des Lichtes, der Wärme u. s. w. nicht im mindesten erschüttert und alterirt. Ja, es ist allerdings richtig, daß keinerlei auffallende Gestaltveränderungen bemerkt wurden, vielleicht z. Th. deshalb nicht, weil man ihnen gar nicht genauer nachforschte; aber es wird doch Niemand sich einbilden wollen, daß die Aenderung des Hauptpigmentes ein ganz äußerlicher und oberflächlicher Proceß ist, der den übrigen Organismus weiter gar nichts angeht! — Aber gerade die Ernährung macht sich häufig auch in anderer Weise geltend. Die meisten Individuen einer Kerfart werden, wie man weiß, sozusagen aus einem Model gegossen, sie haben, im Gegensatz zu andern Thieren, meist genau dieselbe Gesammtgröße, dasselbe Ausmaß und Verhältniß ihrer Theile, was schon daraus hervorgeht, daß man häufig diese Dinge in die Personalbeschreibung aufnimmt. Doch kommen auch genug Abnormitäten vor und werden die Insektenzüchter, welche ihre Pflegtinge öfter fasten lassen, gar nicht selten mit wahren Zwergestalten überrascht, so daß dann nur ein Blinder sich einbilden mag, die Größenschwankungen der Kerfe, wie sie einem im Freien begegnen, wären reine Naturspiele. Und wird einer *solchen durch Futtermangel* veranlaßten Verkümme-

[illegible]

Aber auch angenommen, daß die verschiedenen Bestandteile einer bestimmten Art durch die direkte Einwirkung der äußeren Existenzbedingungen entstanden sind, wird die Artabänderung je zu einer beständigen Veränderung sich fortpflanzen, d. h. wird sie Individuen hervorbringen, die mit jenen des gleichen Artcharakters sich nicht mehr fruchtbar verbinden können, die kurz gesagt, ihre ursprüngliche Eigenart gegen einander verwandeln?

Ein solcher Fall ist bisher bei Insekten allerdings noch nicht beobachtet. Folgt daraus aber, daß er überhaupt nie vorgekommen ist, oder daß wir ihn nicht selbst beobachten würden, wenn wir in die Lage gesetzt würden, die gesamte Nachkommenschaft eines Elternpaares durch eine so lange Reihe von Jahren und unter so verschiedenen äußeren Umständen zu verfolgen, als nöthig ist, um eine so bedeutende Abänderung hervorzubringen? Dies zu läugnen wäre gerade so, als ob man einem Mathematiker nicht glauben wollte, wenn er die Summe einer unendlichen Reihe von kleinen Größen nicht durch unmittelbares Addiren, sondern mittelst eines abgekürzten Kalküls berechnet.

Der Organismus ist aber nicht bloß etwas Modifikables, etwas Wandelbares und Bildsames gegenüber den Einflüssen, die ihm direkt von Außen kommen; er wird nicht bloß verändert, gestaltet und umgestaltet, er verändert sich selbst, ja er muß sich verändern und zwar durch die wechselnde Bethätigung seiner verschiedenen Werktheile, durch den sog.

Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe,

was in letzter Instanz freilich auch wieder theils vom Ernährungszustand seiner wirkenden Glieder, theils von gewissen äußeren Umständen abhängt, die bald diese, bald jene Seite der organischen Thätigkeit in Anspruch nehmen, einen Theil über Gebühr anstrengen, kräftigen und vervollkommnen, einen andern wieder rasten und dadurch allmälig verkümmern, ja verschwinden lassen.

Man verändere, sagt Lamark, die Thätigkeit eines Thieres, und man wird seine Struktur verändern; man verändert aber seine Thätigkeit, wenn man die Umstände verändert, die es zur Thätigkeit anspornen.

Von welchen Thieren möchten sich aber mehr und triftigere Beweise für die Richtigkeit dieser Behauptung beibringen lassen, als eben von den Insekten, diesen rührigsten und vielseitigsten aller animalischen Maschinen?

Die Biene, dies Ideal eines Arbeiters, ist sie nicht ein vollendetes Luftschiff und zugleich ein förmliches Waffen- und Industrie-Arsenal? Und daneben ihre weibliche Laus, eine elende Müssiggängerin, ist ihr skolexartiger weicher Leib etwas Anderes als eine Eierbüchse, und könnte also der Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe in ihrer Rückwirkung auf die ganze Leiblichkeit besser illustrirt werden?

Ja, sind denn aber Biene und Bienenlaus deshalb so verschieden, weil sie so verschieden thätig sind, oder nicht deshalb, weil sie schon von allem Anfang, den äußeren Umständen verschieden angepaßt, auf die Bühne des Lebens gestellt wurden?

Die gesammte Kerfmorphologie ist ein eingehender und detaillirter Beweis gegen eine solche prädestinirte oder voraus-

[illegible] und [illegible] Zweckmäßigkeit der Organe. [illegible] [illegible] [illegible]?

[illegible] die Natur eine Natur sein, [illegible] es [illegible] [illegible] [illegible] gab, und [illegible] [illegible] sein, [illegible] sie [illegible] [illegible]? Oder glaubt [illegible] [illegible], oder hält es gar für zweck[illegible] die Natur mit [illegible] [illegible] Zweck erschaffen wurde?

[illegible] nehmen wir einen anderen Fall. Die Mä[illegible] [illegible], [illegible] und [illegible] sind [illegible] [illegible], und sie [illegible] so regelmäßig, so laut und [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], es müsse dies eine [illegible] sein, wie es denn auch wirklich schon in d[illegible] [illegible] [illegible] gab. Und was ist's [illegible] [illegible] d. i. mit der [illegible] Hautstelle [illegible] Darstellung wählen dies ganz exquisite [illegible] [illegible] „Einrichtungen": bei de[illegible] [illegible] eine Schrillleiste an den Hinterschenkeln, [illegible], bestehend aus einer „geradlinigen" Reihe [illegible] [illegible]. Bei den übrigen eine aus queren Pl[illegible] [illegible] „Kerpader", am Grunde der Ded[illegible] Darwin hat aber vermuthet, daß diese „Schri[illegible] und „Kerplatten" nur modificirte Hautrauhigkeiten [illegible] und wir selbst haben dann streng bewiesen, da[illegible] verdickte Haarstummeln, letztere enorm angewachsen[illegible] [illegible], also Dinge sind, wie man sie auf jedem[illegible] maßen dicken Kerpanzer antrifft. Doch was bewe[illegible] hat sich nicht die Natur eben dieser Gebilde zu ihren [illegible] bedient? Man thue einen Blick auf Fig. 6, welche [illegible] größerte Seitenstück der zweiten Rückenschiene einer e[illegible] Laubheuschrecke (Fig. 5 a) darstellt.

Dieser unscheinbare Hautfleck ist ein wahres S[illegible] auf die Zweckmäßigkeitstheorie und ein glänzendes [illegible] [illegible]stück der Kerfmechanik.

Fig. 5.
Gryllacris combusta ♀. a rauhe Flecke auf der zweiten und dritten Rückenschiene.

Im Wald von Haaren, die uns entgegenstarren, sieht man zwei Reihen von Strünken (v und h), abgestumpfte Haare mit dickangeschwollener Wurzel: Schrillzapfen! Doch wie unsichtbar gestellt, wie weit entfernt, ein kunstgerechtes Instrument zu sein! Und unten bei d und e Haare, ähnliche Schrillzapfen-Canäle! Woher diese Umwandlung, diese Unregelmäßigkeit? Die robusten Hinterschenkel (Fig. 5 b) stehen öfter an den *Körperseiten*. *Manche* Haare brechen ab,

Fig. 6.
Ein solcher Fleck vergrößert.

das Anstreifen an den Haarwurzeln verursacht einen
Säftezufluß, sie schwellen an und vergrößern sich
schlecht zu Geschlecht. Die Heuschrecken haben
Tonorgane selbst angekratzt. Nur die Heu
Alle sich aneinanderreibenden Gliedstücke der starrhäut
sekten, zumal der Käfer und der Wanzen, können Ge
werkzeuge werden, und mehr oder weniger sind sie

Aber wie, könnte uns einer fragen, sind denn je
kommensten aller Tongeräthe, die kri-kriartigen wohlb
Trommeln (Fig. 7 rt u. Fig. 8) der Cicaden entstanden,
durch besondere Muskeln (m) bewegt und deren Töne du

Fig. 7.
Hinterleib einer Cicade zur Demonstrirung der Tonwerkzeuge. s1 erster, s2 zweiter, s3 dritter Hinterleibsring. rt Trommeln, von einer schalenartigen Ausbiegung des zweiten Rückenschildes überdacht. m Trommelmuskel, vom Chitinkorb umspringend. Sp Spiegel.

eigene Resonanzböden (Sp) verstärkt und modulirt werden? Ist das nicht eine eminent zweckmäßige und vollkommen originelle Einrichtung? Und doch sind alle drei genannten Haupttheile, wenn auch in einem noch sehr unausgesprochenen oder entstellten Zustand auch bei vielen andern Insekten vorhanden. Die Trommel fürs erste ist bei den Heuschrecken das — Ohr, die Muskeln fürs zweite sind umgewandelte Respirationsfibern und bei den eben genannten als Trommelspanner in Verwendung, und der Resonanzboden endlich ist nichts als eine etwas vergrößerte Gelenkshaut.

Wenn wir es aber, wollen wir dem schaffenden Wesen kein Armuthszeugniß ausstellen, als ausgemacht ansehen dürfen, daß die oben erwähnte Gryllacris ihr höchst primitives Reibzeug sich selbst angefegt hat, ist es gewiß nicht so gar unsinnig

Fig. 8.
Cicadentrommel isolirt. m Muskel, s scheibenartige, a bandartige Sehne, bei b an der Trommelmembran angreifend, o Haupt- und Zwischenrippen der pergamentartigen Membran, durch deren Reibung das Geräusch entsteht.

zu behaupten, daß die Insekten, wenn wir so sagen dürfen, auch Kiefer sich anbeißen, Beine sich anlaufen, Schwingen sich anfliegen, Legescheiden sich anbohren oder diese Werkzeuge durch fleißige Bethätigung und Uebung doch sehr vervollkommnen können.

Fig. 9.
a Cicade, b Feldgrille (♀), c Laubheuschrecke (Locusta viridissima), d Werre.

Die negative Wirkung des Nichtgebrauches eines Organes und die gleichzeitige Verbesserung gewisser stellvertretender Werkzeuge soll aber das folgende Exempel lehren.

Es ist allgemein bekannt, daß in den tiefen finstern Kalksteingrotten von Krain, in der sog. Mammuthhöhle von Kentucky u. s. w. verschiedene Thierarten leben, die theils völlig blind sind, theils, wenn sie näher dem Eingange sich aufhalten, doch nur sehr unvollkommene oder Dämmeraugen besitzen, während ganz nahe verwandte Species, die man in der Umgebung dieser Höhlen antrifft, mit den normalen Sehwerkzeugen aus-

gerüstet sind. Liegt nun bei diesem Sachverhalt etwas näher als die Annahme, daß gewisse Höhlenthiere nicht deshalb blind sind, weil sie zum Leben im Finstern eigens blind erschaffen wurden, sondern aus dem Grunde, weil sie, seit sie aus was immer für einem Grunde in diese Verstecke sich flüchteten, die Augen, da sie ihrer hier nicht mehr bedurften, allmälig verloren haben? Es wird dies zu Gewißheit, wenn wir gewisse Höhlenkrebse mustern, bei denen wir noch die die Augen tragenden Stiele antreffen, während die ersteren selbst völlig verschwunden sind.

Unter diesen Höhlenblinden gibt es nun auch viele Insekten und besonders Raubkäfer, wovon dem Leser einer, nämlich die Leptodera Hohenwarti, auf beistehender Figur vorgestellt wird. Dieses fast spinnenartige, in der Adelsbergergrotte hausende Kerf ist nicht bloß völlig augen- sondern, wie die meisten Höhleninsekten, auch gänzlich flügellos. Doch wurden diese beiden großen Mängel compensirt durch die allmälige Verlängerung ihrer Beine und Fühler, welche, wie schon der dichte Besatz von feinen Haaren, noch mehr aber die unmittelbare Beobachtung beweist, zugleich mit einer ausnehmenden Empfindlichkeit begabt sind.

Fig. 10.
Augen- und flügelloser Käfer aus der Adelsbergergrotte (Leptodera Hohenwarti).

Das im hellen Raume fliegende und sehende Kerf ist also im finstern ein vorsichtig schreitendes

und tastendes, wir möchten sagen, das Ide
blinden geworden.

**Anpassung und Vervollkommnung der Kerfe' im Ka
Dasein.**

Wenn das Kerf, wie wir den Leser überzeug
glauben, dem allgemeinen Mechanismus der Natur eb
than und von ihm ebenso abhängig ist, wie irgend
Naturwesen, so hat der innere Bildungstrieb, wie
als das alleinige Movens und Agens der organische
annehmen, d. h. jene specifisch-organische Kraft,
welcher die Pflanzen und Thiere aus einer G
es nun allmälig oder sprungweise, in eine ander
wandeln, offenbar keine Existenzberechtigung. Denn w
geheime, dunkle und mystische Gewalt in dem Kö
sie sich gegenüber der offenkundigen „äußere
macht nicht zu behaupten vermag? Oder hande
leicht im Einverständniß mit einander, d. h. ist
organische Welt eine zwischen diesen zwei Mächte
oder vereinbarte Sache?

Wenn man aber auch einräumt, daß die beka
kräfte an den organischen Körpern mancherlei V
hervorbringen, und man in Folge dessen b
thäte nachzuforschen, ob diese Veränder
vielleicht noch größer sind, oder m
doch größer werden könnten, wie
als zur Erklärung der übrigen scheinbar nicht
Kräfte erreichbaren Formwandlungen eine ne
unbekannte Ursache in die Rechnung einzuführ
anderseits doch auch Jenen nicht Unrecht g
haupten, daß die direkten Wirkungen jener D
im Ganzen ziemlich geringfügiger Art sind,
hervorgebrachten Variationen, in der Regel

durch entgegengesetzte Natureinwirkungen, theils durch die Kreuzung der betreffenden Individuen mit anders gearteten wieder geschwächt, ja selbst aufgehoben oder gar in das Gegentheil umgewandelt werden, und schließlich also anstatt eines unaufhaltsam fortschreitenden Bildungsflusses nichts als ein beständiges Hin- und Herschwanken zwischen im Ganzen nicht sehr von einander entfernten Grenzen herauskomme.

Letzterer Einwurf wäre auch in der That richtig, wenn es richtig wäre, daß alle Veränderungen, welche die wechselnden äußeren Daseinsbedingungen an den Thieren verursachen, für ihr Dasein selbst gleichgültig, d. h., wenn es bloße morphologische Variationen und nicht biologische oder solche wären, welche irgend einen fördernden oder hemmenden Einfluß auf das Leben und Wohlergehen ihrer Träger haben.

Da aber das Letztere der Fall ist, d. h. da die Existenz eines Individuums, was weiter keines Beweises bedarf, nicht bloß von den äußeren Umständen, sondern ebensosehr auch von der Beschaffenheit seiner verschiedenen Organe abhängig ist, durch die jene Verhältnisse auf dasselbe wirken, und mit denen es hinwiederum selbst auf jene reagirt, so ent- und besteht jenes zuerst von Darwin klar ausgesprochene Wechselverhältniß, das man als natürliche Zuchtwahl im „Kampf ums Dasein" umschrieben hat, und diese ist es, welche „unbewußt" die durch die direkten Einwirkungen der äußeren Lebensumstände hervorgebrachten Variationen ebenso sorgfältig auslieſt, als ob es die Einsicht eines mit Absicht und Klugen Berechnung vorgehenden Züchters oder Bildners thäte.

Die Zweifler mögen das Kerfleben studiren. Die Insekten sind „Ungeheuer der Vermehrung". So leben in den Sümpfen Mexiko's ein paar Wanzenarten (Corixa mercenaria und femorata, Notonecta unifasciata u. A.), welche jährlich ungeheure kolossale *Mengen von Eiern an die* Binsen ablegen, daß

die Einwohner daraus Kuchen backen können, und werden gewisse Oolithschichten derselben Gegend gleichfalls einer massenhaften Anhäufung solcher Wanzeneier zugeschrieben. Doch wir haben näher liegende Belege. Die Bienenkönigin kann jährlich gegen 100,000 Nachkommen erzeugen, das Termitenweib bei 12 Millionen, und wer zählt die Jahresbrut einer Blattlaus? —

Aber wenn selbst, bei ziemlich unfruchtbaren Kerfen, die vielleicht nur 10 oder noch weniger Eier legen, alle weiblichen Sprößlinge wieder Mütter würden und eine gleiche Nachkommenschaft erzielten, die Kindeskinder ebenfalls und so fort und fort in geometrischer Progression, so würde bald die Nachkommenschaft des Einen Individuums die Welt erfüllen. Aber von jeder Kerfart gibt es ja ungezählte Milliarden fruchtbarer Individuen, und wie groß ist auch die Zahl der Arten! Das Schiller'sche

„Raum für Alle hat die Erde"

gilt also jedenfalls für die Kerfe nicht. Es mangelt aber nicht bloß der Platz, das Medium, es fehlt auch die Nahrung. Volkszählungen im Kerfreich existiren allerdings nicht, aber im Ganzen und Großen scheint sich die Bevölkerungsziffer ziemlich auf gleicher Höhe zu erhalten. Im Durchschnitt erreicht hiemit nur ein einziges Pärchen aus jeder Brut ihr Lebensziel; die andern werden schon in der Blüte ihrer Tage, viele noch im Ei, dahingerafft. Sie sterben durch Kälte und Hitze, durch Trockenheit und Nässe; die meisten aber eines gewaltsamen Todes durch ihre unzähligen Feinde und — aus Hunger.

Und welches sind denn die Glücklichen, welche in diesem entsetzlichen Spiele das weiße Loos erwischen? Es ist aber überhaupt kein Lotteriespiel, wo nur der Zufall herrscht. Nein, es ist ein wahrhaftiger Kampf, eine Jahr für Jahr und Stunde für Stunde sich wiederholende Riesenschlacht, wo nur

dem gesündesten, dem kräftigsten, dem bestbewaffneten, dem Klügsten die Palme winkt. Nur ausnahmsweise spielt der Zufall wohl auch einem Minderen den Sieg in die Hände. Doch dies ist nur vorübergehend — kein dauerndes Kriegsglück heftet sich an solche Fahne. Wir sagten eine Riesenschlacht; angesichts einer solchen müßten ja auch die verstocktesten Antidarwinianer sich bekehren müssen. Aber es ist eine Schlacht, zersplittert in unzählige Kleingefechte: auf jedem Blatt, in jeder Blume, in jedem Baumstamm, unter jedem Stein, kurzum auf jedem Fleck ober und unter der Erde, wo Kerfe hausen, und wo hausen sie nicht? — vollzieht die Natur ihr spartanisches Richteramt. Sie tödtet ohne Erbarmen Alles, was sich nicht fügen, den von ihr gebotenen Existenzmitteln sich nicht accommodiren kann, und nur dem, der unter seinen zahlreichen Mitconcurrenten die vortheilhaftesten Eigenschaften erworben hat, schenkt sie als Prämie — sein Leben. Dies Kerf ist auserkoren, seine Art und zwar nicht seine Art schlechtweg, sondern die Art in ihrer jeweiligen besonderen individuellen Tüchtigkeit fortzupflanzen.

Die Wahrheit der Auswahl des Besseren ist mithin ebenso gewiß, als irgend ein anderes Naturgesetz gewiß ist, und wenn Manche behaupten, daß dem nicht so ist, so folgt daraus nicht, daß es wirklich unwahr, sondern daß den Betreffenden die Gabe fehlt, zu erkennen, was wahr und was nicht wahr ist. —

Jetzt verstehen wir auch die Allgegenwart der Insekten und ihre fast unbegrenzte morphologische und biologische Zersplitterung.

Auch in der Kerfwelt ist „Alles, wie Göthe sagt, einem ewigen Wechsel unterworfen, und da gewisse Dinge nicht neben einander bestehen können, so verdrängen sie einander."

[illegible]

[illegible]

[illegible] und [illegible] gewiſſer [illegible]

Schützende Färbung.

Wir haben oben von einer Raupe gehört, die eine dreifache Garderobe hat, die sich genau nach der jeweiligen Färbung ihrer Nahrungspflanze kleidet. Eine andere, Eupithecia absinthiata, ein polyphages Thier, soll auf dem gelbblühenden Senecio jacobaea gelb, auf rothen Centauren röthlich und auf weißer Camille weiß sein. Die Nahrung thut dies nicht. Was hat es also damit auf sich? Die Natur hat diesen Geschöpfen einen wichtigen Dienst erwiesen. Ihre der jeweiligen Umgebung genau angepaßte oder sympathische Färbung verbirgt sie dem spähenden Auge der Feinde, den Vögeln, den Lurchen und den schlimmsten von Allen — den Schlupfwespen. Die bloße Farbe oder Zeichnung ihrer zarten Haut ist ihnen ein ebenso guter, ja vielfach sogar ein besserer Schutz, als der dicke Panzer dem Hirschkäfer, oder das künstliche Pflanzenfutteral der Kärderlarve.

Aber da haben wir ja das Zweckmäßige? Nein. Da haben wir eine simple Variationserscheinung, die durch die Zuchtwahl erst zu einer nützlichen gemacht wurde. Der Zweck kommt erst hintendrein, d. h. die Natur färbte z. B. die Gras-Kerfe nicht grün, um sie dadurch dem Anblick ihrer Feinde zu verbergen, sondern viele haben dieses „zweckmäßige" Kleid nur darum, weil die Natur mittelst ihrer Werkzeuge, die oben genannten Insektenfresser, die meisten andern Kerfe, welche es nicht hatten, ausrottete, in ähnlicher Weise, wie die Polar- oder Schneethiere nicht deshalb sich weiß tragen, damit sie von ihrer Umgebung möglichst wenig abstechen, sondern darum, weil jene, welche nicht mit dieser glücklichen Farbe zur Welt kommen, meist sofort vertilgt werden.

Aber wie weit verbreitet, wie mannigfaltig und z. Th. bewunderungswerth ist diese Art von Anpassung gerade in der Insektenklasse!

Ein gutes Werk, sagt Michelet, die zu sagen scheint: „Wir sind hier nur allein die ganze Natur. Geht sie unter, so machen wir sie jeden und alle Stellen darstellen. Fordert ihr Blätter, so gleichen wir diesen, daß man sich darin täuschen kann. Nehmt, ich bitte Euch, diesen Zweig, und seht — es ist ein Insekt!"

Nun ist das zu verwundern? Die außerordentliche Individuenzahl erzeugt eine außerordentliche Menge von Beziehungen. Die außerordentliche Verfolgung der Insekten aber gibt eine außerordentliche Gewähr zur Auslese des Allerbesten und Vorteilhaftesten.

Halten wir zunächst mit Wallace, dem genialen Mitbegründer der Züchtungstheorie, eine flüchtige Umschau bei den einzelnen Ordnungen.

Zunächst bei den Deckflügtern.

Viele Tagkäfer erinnern an die farbenwechselnden Raupen. Die Cicindela campestris der „grasigen Ufer" ist grün; die maritima der sandigen Seegestade kleidet sich „blaß bronzegelb"; das sammtartige Grün der gloriosa wetteifert mit der Farbe des nassen Mooses auf den Steinen der Bergwässer, und einer (C. heros), von olivengrüner Farbe, läßt sich vom nassen Schlamm salziger Marschen nur — durch seinen Schatten unterscheiden!

Eine eigene Sache ist's um manche kleine Käfer, die auf Blättern sitzen: sie gleichen Vogel- oder Raupendung, während andere, gewisse Schildkäfer, im „gefälligen Schein" glitzernder Thautropfen Nichts zu fürchten haben. —

Auffallend ist die Farbenmummerei vieler Schmetterlinge. Die Tagfalterflügel, oben meist brillant, unten ganz unscheinbar, am öftesten wie dürres Laub gefärbt, werden während des Ausruhens, wo sich die Flugthiere am meisten in Acht zu nehmen haben, senkrecht nach oben geschlagen, so daß also der „gefährliche Glanz" der Oberseite verborgen ist. Bei den

rigen aber, die die Schwingen dachförmig tragen, findet niger Unterschied statt. Die Nachtfalter aber verstecken oft lebhaft gefärbten Hinterflügel unter den dunkleren rderschwingen.

Einen Fall der wundersamsten Verkleidung aber, der genüber selbst die Anpassungen der Stabheuschrecken und „wandelnden Blätter" reine Kinderspiele sind, führt uns indische Kallima inachis und die malayische K. paralecta r Augen.

Fig. 11.
chmetterling aus Sumatra (Kallima paralecta) in halber Größe. b fliegend, a mit zusammengelegten Flügeln auf einem belaubten Zweig sitzend.

Es kann kaum etwas Auffallenderes als den fliegenden ter (Fig. 11 b) geben. Abgesehen davon, daß die Spitze Vorder- und Hinterschwingen in einen ganz ungewöhn- n Zipfelfortsatz ausläuft, zeigt deren Oberseite auf m hellblauen *Felde ein breites* Goldband, das den

zahlreichen Insektenjägern ein willkommenes Lockzeichen sein muß. Es gibt aber auch nichts Versteckteres, nichts Unauffindbareres, als den ausruhenden Falter (a). Es ist das schönste sitzende Blatt, das ein Insekt vorzuspiegeln im Stande ist. Die beiden Griffelfortsätze der Hinterschwingen vereinigen sich zu einem Stiel, während jene der Vorderschwingen die Spitze jener wirklichen Blätter nachahmen, zwischen denen der Falter, Beine und Fühler eingezogen, sich verborgen hält. Aber die Farbe der Flügel? Das schreiende Kolorit ihrer Oberseite ist vollkommen unsichtbar; die allein sichtbare Unterseite aber gleicht so vollständig einem in Fäulniß übergegangenen, mit allerlei Pilzen, Rostflecken, Löchern u. s. w. versehenen Laub, daß die Täuschung vollkommen ist.

Deshalb darf man aber ja nicht glauben, daß viele unserer einheimischen Falter sich minder unsichtbar machen könnten. So gleicht die Zipfelmotte vollkommen einem getüpfelten trockenen Eichen- und die smaragdgrüne Thecla rubi einem jungen Himbeerblatt, während die Bryophila glandifera und perla mit ihren ausgebreiteten theils rein weißen, theils scheckigen Flügeln der wahre „Abklatsch" der Mörtelmauern oder der mit allerlei bunten Schorfflechten oder Vogeldung besetzten Bretterzäune sind, welche diese Falter zum Ausruhen aufsuchen.

Auch vielen Schnabelkerfen, von denen zwar die meisten schon durch ihren unappetitlichen Geruch gefeit sind, hat die Natur unter den zahlreichen ihr zur Auswahl vorliegenden Farbenmustern nur jene gelassen, welche sie am wenigsten auffallend machen. So z. B. dem Coreus paradoxus, den Sparrmann beobachtete. Er stand im Schatten eines Baumes; die Luft war so still, daß kaum ein Aspenlaub zitterte; um so größer war seine Verwunderung, als ein kleines welkes, zusammengeschrumpftes und von Raupen zerfressenes Blatt, wie er meinte, vom Baume flatterte: unsere Wanze!

Und sehen die meisten auf Bäumen lebenden Tingis- und Aradus-Arten nicht ganz wie Fragmente eines skelettirten Blattes oder einer zerfressenen Rinde aus?

Aber ein wahres Mitleid erfaßt uns, wenn wir sehen, um welchen Preis die Gespenstheuschrecken ihr Leben fristen. Schon die dalmatinische (Bacillus Rossii). Sie schaut zwar ganz passabel aus, aber wie pudelhaft folgsam! Sie läßt sich die Beine stellen, wie eine Wachsfigur. Man drehe die rechtseitigen vor-, die linksseitigen rückwärts; man krümme sie bogenförmig; man strecke die Mittelbeine gerade aus, daß sie wie zwei Drähte senkrecht vom Rumpfe abstehen: sie steht wie eine Statue, sie gehorcht wie eine Marionette. Wir haben um ein solches Thier viel Kummer gehabt — wir hielten es oft für todt; aber endlich wagte es — so muß man sagen — doch, wieder ein Lebenszeichen von sich zu geben. — Und von den exotischen Stabheuschrecken begreift man kaum, daß überhaupt so viele gefunden werden. Wer wird auch ein Blatt, ein schuhlanges dürres Reis, einen dornigen oder ...er (Ceroxylus laceratus) einen mit Kriechmoos bewachsenen ...n für ein lebendiges Wesen halten?

Daß die gerippten Flughäute der Insekten und dadurch die Letzteren selbst die Gestalt eines Blattes annehmen können, ist nichts so Wunderbares; unglaublich mag es aber Manchem vorkommen, daß auch die Larven gewisser Kerfe, also langgestreckige wurmartige Wesen, einer ähnlichen Verkleidung fähig sind.

Wenn man die erwachsenen nackten Raupen gewisser Sphingiden, z. B. des Liguster- oder des Lindenschwärmers, in den mit weißem Papier ausgeklebten Schaukästen ansieht, meint man, daß es kaum etwas Bunteres geben könne, und daß diese lebendigen Farbenkästchen, diese mit den grellsten Bändern, Streifen, Strichen und Klexen bemalten

Wesen das Auge der auf sie lüsternen Vögel, Reptilien und andern Feinde in hohem Grade auf sich zögen. —

Wie ganz anders sehen aber diese Dinge auf ihrem natürlichen Hintergrund und zur gehörigen Zeit, d. h. im dämmerigen Zwielicht, aus einiger Entfernung betrachtet, aus! Sie sind ihrer Umgebung oft so genau angepaßt, daß selbst der Kenner Mühe sie davon zu unterscheiden hat. Wie schwer ist es z. B., die in den Sammelkästen so auffallend erscheinende Raupe des Sm. ocellata auf ihrer Futterpflanze, der Weide, zu erblicken! Nicht bloß, weil ihre Grundfarbe mit der der Blätter übereinstimmt, sondern noch mehr deshalb, weil ihre uns so grell, ja schreiend vorkommenden Schrägstriche auf das genaueste die Rippen der Weidenblätter und deren Schlagschatten auf der Blattunterseite kopiren, in analoger Weise, wie die weitverbreiteten Längsstreifen der Satyriden-, Pieriden- und Hesperiden-Raupen gleichsam die schmalen Stengel und Blätter der Gräser und Cruciferen widerspiegeln, auf denen sie sich aufhalten.

Eine förmliche Verkleidung der Raupen in Blätter ist allerdings schwer ausführbar; für den vorliegenden Zweck, d. h. um die Raupen „unsichtbar" zu machen, ist es aber schon genug, wenn sie auf den Beschauer ungefähr die Wirkung von solchen hervorbringen.

Noch anziehender als das Studium der fertigen Raupenzeichnung, wie es jüngst Weißmann, einer unserer schärfsten Beobachter, mit großem Eifer und schönem Erfolg betrieben, ist das ihres allmäligen Werdens und der an ihnen gleichsam in Hieroglyphen aufgeschriebenen Stammesgeschichte.

Als Beispiel mag die Raupenzeichnung-Genesis des Weinschwärmers (Chaerocampa elpenor) hier stehen. Die aus dem Ei ausschlüpfenden Räupchen (I. Stadium) kleiden sich einfach grün, was bei ihrer Kleinheit, um nicht aufzu-

fallen, auch vollkommen ausreicht. Nach der ersten Häutung (II. Stadium) zeigt sich beiderseits des Rückens ein weißes Längsband (Subdorsallinie), durch das die schon größere Raupe gewissermaßen einem durch Stengel unterbrochenen Blattcomplexe ähnlich wird. Beim weiteren Kleidwechsel (III. Stadium) schwinden diese Bänder wieder, und aus ihren Ueberresten entstehen auf dem vierten und fünften Leibesringel die bekannten aus einem dunkeln Kern, einem hellen Spiegelfleck und einem irisartigen Hof gebildeten „Augen", welche bei andern Raupen nach und nach auf sämmtliche Segmente übertragen werden.

Das Lehrreiche an der ganzen Sache ist aber nicht allein dies, daß die genannte Schutzzeichnung hier erst im letzten und am längsten dauernden Stadium auftritt, wo die schon groß gewordene und daher auch gesteigerten Verfolgungen ausgesetzte Raupe dieselbe am nöthigsten hat, sondern noch mehr der Umstand, daß die hier durch Anpassung erworbenen Zeichnungscharaktere des letzten Stadiums bei verwandten Arten und Gattungen schon in früheren oder jüngeren Stadien sich einstellen. So kommt die Ch. syriaca schon mit dem weißen Rückenstreifen zur Welt, entspricht also dem zweiten Stadium von elpenor, während Ch. bisecta die Errungenschaften des letzten elpenor-Stadiums, nämlich die gewissen Ringflecke sogar schon im ersten an sich trägt.

Aber was, wird der Leser fragen, sollen denn die genannten Augenflecke für die Raupe für einen Nutzen haben? Er ist handgreiflich.

Wenn man die betreffenden Thiere reizt, so ziehen sie die drei engen Brustringe in das erweiterte vierte Segment zurück, das eben die merkwürdigen Flecke hat und nun, indem sich der Vorderleib zugleich sphinxartig erhebt, dem Thiere das Aussehen eines mit zwei feurigen (Schein-) Augen versehenen Ungeheuers verleiht.

Daß aber manche Raupen in dieser „Schreckstellung" wirklich sehr fürchterlich aussehen und selbst größeren Feinden Furcht einjagen, lehrt Folgendes. Weißmann legte eine Weinschwärmerraupe in einen Hühnertrog. Ein Huhn lief auch eiligst auf sie zu, zog aber sofort den schon „zum Schnabelhieb ausholenden Kopf zurück", sobald es die Raupe in der Nähe erst recht ansah.

Die grellen Ring- und Augenflecke sind aber nicht immer bloße „Widrigkeitsetiquetten", sondern können gelegentlich auch, so gut wie die Längs- und Querbänder, in die Kategorie der sympathischen Zeichnungen gehören. So bei der Sanddornraupe, die ihre pomeranzenfarbenen Segmentflecke erst dann bekommt, wenn die Beeren der Futterpflanze sich gelb färben. —

Nachäffung geschützter Arten.

Wenn die Natur, wie wir an Papilio memnon sahen, Veranlassung und auch Mittel dazu findet, Kerfe derselben Art einander unähnlicher zu machen, als es Kerfe anerkannt verschiedener Species sind, so wird man ihr sicherlich auch nicht die Fähigkeit absprechen, den entgegengesetzten Paradoxismus zu begehen, d. h. Insekten, welche verschiedenen Arten, ja selbst Familien und Ordnungen angehören, einander so nahe zu bringen oder zu verähnlichen, daß man sie — bei flüchtiger äußerer Vergleichung — als Angehörige einer und derselben Art hinnehmen mag.

Wofür hält der Leser, um das in Worten Ausgedrückte auch gleich in der Anschauung hervorzurufen, beistehende Insekten? Gewiß für Schmetterlinge. Das erste (Fig. 12 A) ist aber ein Netzflügler, also ein Verwandter der Hafte und Libellen, das andere aber (B) ist ein Schnabelkerf, eine Kleinzirpe. Aber nicht genug, daß der Flügelschnitt bei Beiden etwas Falterhaftes hat, der Netzflügler und die Zirpe

ähnen sich wieder unter einander nach. Die Contouren der Flügel, die schwarzen Flecke auf weißem Grund, die dunkle

Fig. 12.
Ein Netzflügler (Psychopsis mimica). Wiener Hofmuseum. B Eine Cicadide (Colobesthes guttifascia). Walk, aus Borneo. Wiener Hofmuseum.

Querbinde, Alles wiederholt sich, und die Uebereinstimmung ist complet, wenn die Flügel wie bei einer Motte an den Leib angelegt sind.

Wie kommt dies? Die Erscheinung kann einen dreifachen Grund haben. Fürs Erste können Thiere verschiedener Klassen in gewissen Dingen, wie es z. B. Flügelschnitt und Zeichnung ist, einfach deshalb übereinstimmen, weil ihnen der gleiche Gebrauch nach und nach *auch* die gleiche Beschaffenheit erzeugt. Fürs *Zweite können gerade* die Schwingen, welche ja

hier die Hauptrolle spielen, sowie auch andere den äußeren Habitus bestimmende Theile zweier verschiedener, aber in ähnlicher Umgebung lebender Arten an die letztere in gleicher Weise sich anpassen. Falter, Heuschrecken und andere Kerfe kopiren dürre Blätter und gleichen sich deshalb auch unter einander.

Ein lehrreiches Exempel dieser Art zeigen die aus Sandkörnchen fabricirten Larvenfutterale eines Schmetterlings (Psyche helix, Fig. 13 A, D) und einer Frühlingsfliege (Helicopsyche Shuttleworthi, Fig. 13 B, C), wovon erstere an steinigen Plätzen, letztere im Wasser (z. B. im Genfersee) vorkommen. Es sind complete Schneckenhäuser, nur das eine rechts, das andere links gewunden und nahe der Spitze (a) mit einem eigenen Koth- und zugleich Flugloch versehen, das bei den männlichen Larven stets um eine Windung tiefer liegt.

Fig. 13.
D Raupensack von Psyche helix Sieb., nat. Gr. A vergr. C Larvengehäuse von Helicopsyche Shuttleworthi Br., nat. Gr. D vergr. (nach v. Siebold).

Hier hat also die Natur zwei ganz verschiedenen Kerfen gleiche Festungen angezüchtet.

Daß aber hiefür Gelegenheit war, beweisen die von Bazin an Sandsteinen gefundenen Psyche-Häuschen, welche von den Siebold'schen sehr beträchtlich abweichen (E), sowie denn auch v. Siebold selbst sie „außerordentlich" variabel nennt. Wenn trotzdem ein Schmarotzer (Chalcis nigra Koll.) Zugang findet, der durch das Loch b entschlüpft, so spricht dies nur für die Pfiffigkeit des letzteren.

Ein anderes und höchst auffallendes Exempel, wo zweierlei grundverschiedene Kerfe unter ähnlichen äußeren Bedingungen war nicht in ihrer Gestalt aber in gewissen Gewohnheiten einander nahe gebracht wurden, ist dieses. Daß die in §. 14 vorgestellte Larve des Ameisenlöwen durch eine

Fig. 14.

Lebensgeschichte des Ameisenlöwen (Myrmecoleon formicarius). b die Larve nat. Gr.; a sein Sandtrichter; in d wie er mit der Kieferzange ein Kerf ergreift; c Puppe desselben, deren kugeliger Cocon äußerlich mit Sand inkrustirt ist.

ehr nicht so ferneliegender Umstände dazu veranlaßt rde, anstatt nach Beute herumzulaufen, dieselbe in ichterartigen *Sandgruben abzufangen*, hat der Leser schon

in der Schule gehört. Weniger bekannt scheint es zu sein, daß die Made einer Fliege (Leptis vermilio, Fig. 15) genau dieselbe Industrie betreibt. Es ist um so merkwürdiger, da der letzteren alle die zum Sandgraben so geschickten Handwerksgeräthe des Ameisenlöwen fehlen, wenn sie auch ganz wohl im Stande ist, die in ihre Trichter gerathenden Kerfe mit ihrem langen biegsamen Körper zu umschlingen und festzuhalten.

Fig. 15.
Leptis vermilio, rechts vergrößert.

Die letzten Beispiele machen uns also anschaulich, wie nicht bloß die äußeren Gestaltverhältnisse, sondern selbst die Behausungen an sich verschiedener Kerfe durch Anpassung an ähnliche Daseinsbedingungen einander gleich werden können.

Anders ist's beim dritten Fall, der eigentlichen Nachäffung oder Mimicry, wo ein schwaches und viel angefeindetes Kerf unter der Maske, die es einem besser Gestellten entlehnt, an dessen „Lebensversicherung" theilnimmt, was aber offenbar die Zuchtwahl nur dann zu Wege bringt, wenn die betreffenden Thiere schon von Natur aus gegen einander neigen. Die Erscheinung war schon den älteren Entomologen bekannt, ist aber erst durch Bates und Wallace dem Publikum verständlich und geläufig worden. Echte Mimicry findet sich häufiger, als man glaubt, und zwar bei allen Ordnungen. — Zu den häufigsten Tagfaltern Südamerikas gehören die Heliconiden, und dies offenbar deshalb, weil sie trotz ihres bummelhaft-langsamen Fluges von den Haupt-Kerfjägern, den Puffvögeln, vermuthlich einer übeln Ausdünstung oder ihres unschmackhaften Fleisches wegen verschmäht werden; wie es denn ja auch Raupen gibt, die wenigstens von gewissen Vögeln absolut nicht angerührt werden.

Falter einer andern Gruppe, die diesen Heliconiden glichen, würden also, selbst ohne deren widerliche Eigenschaften, gleichfalls ungestraft herumfliegen können, falls sie an Zahl bedeutend geringer wären, und so von den auf den Zweigen sitzenden und die Passanten musternden Puffvögeln leicht übersehen, beziehungsweise für die verabscheuten Heliconiden gehalten würden. Dieser Fall trifft nun bei den unsern Weißlingen nahestehenden Leptaliden wirklich zu. Die einzelnen Leptalis-Arten haben verschiedene Heliconidenformen so sprechend nachgeahmt, daß selbst Bates getäuscht wurde. Von den Vögeln, für die der äußere Habitus maßgebend ist „und welche nicht den einzelnen Fall prüfen", sind sie umsomehr verschont, als sie unter der Menge ihrer Vorbilder fast verschwinden und auch deren Flugweise angenommen haben.

Uebrigens kopiren sich die Heliconiden auch unter einander geradeso wie gewisse Papilios. P. romulus z. B. fliegt im Kleide des P. hector und wurde früher für dessen Weib gehalten. P. liris und aenomaeus, zwei sehr distinkte Arten, sind kaum in der Sammlung, geschweige im Fluge zu unterscheiden, und das Gleiche gilt von dem schon oben erwähnten P. memnon und cöon. Manche Papilios sind aber selbst Plagiate und zwar gemeinsam mit Diadema-Arten von den tropischen Danaïden und Acraeïden. Große Tugenden muß speciell die Gattung Drusilla besitzen; sie wird nämlich von drei Geschlechtern: Melanitis, Hyantis und Papilio kopirt.

Lehrreich sind die Glas- oder Nacktflügler (Sesiiden).

Die Natur hat ihnen allmälig die Schuppen genommen, um sie dadurch gewissen andern stets nacktflügeligen Insekten, welche durch den Besitz von gefährlichen Stechinstrumenten gegen vielerlei Nachstellungen gefeit sind, also namentlich den Wespen, Bienen, Stechfliegen u. s. w. ähnlicher zu machen.

Beistehende Erläuterungs-Figuren sprechen für sich.

Der Stechfliegen in Fig. 16 B [illegible] den Zweifl
in Fig. 16 A, [illegible] die [illegible] Fühler

Fig. 16. [illegible]
A. [illegible] (Tipula [illegible]). B Bitter (Scolia [illegible]), [illegible]
C Kriebelfliegen (Simulium [illegible]). D. [illegible] (Limnobia [illegible]
[illegible]), nat. Gr.

Fig. 17.
Ein Sichler, der sog. Sichler (Dicranura furcula), nat. Gr.

Fig. 18.
Ein Netzflügler (Dropanogstrys hemerobius L.), nat. Gr.

die schwarz- und gelbgeringelten Bäuche sich sprechend ähn
sehen, während der Sichler in Fig. 17 den Netzflügler

Fig. 18 zum Vorbild hat. Man vergleiche bei letzteren den Außenrand der Vorderflügel. Es ist, als ob beide mit demselben Locheisen ausgeschlagen wären.

Freilich wird die Natur auch einige Zeit experimentirt haben, bis es so weit kam. —

Aber vielleicht sind diese Aehnlichkeiten bloße „Naturspiele"? Man könnte dies glauben, wenn beiderlei Kerfe nicht wirklich auch im Leben beisammen wären, die ersteren zwei auf dem Stamm der italienischen Pappel, die letzteren auf der Ulme.

Und nachdem wir einmal, wenigstens betreffs der erstern wissen, daß die Bremse (Fig. 16 A) ihrer Aderlaßwerkzeuge halber von vielen Thieren gefürchtet und geflohen wird, so ist die Annahme gewiß nicht so gewagt, daß die völlig wehrlose Sesia (B) wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem genannten Vampyr für den letztern gehalten und daher gleichfalls unangefochten gelassen wird, und daß also jene Sesien-Variationen, welche am meisten dem Bremsenkostüm sich annähern, die meiste Aussicht zu überleben, sich zu befestigen und im angedeuteten Sinne sich zu verbessern haben.

Die Käfer kopiren sich meist untereinander. So lassen sich die Langhörner, um den ihres Gestankes wegen gefürchteten Hispiden ähnlicher zu werden, sogar die Fühler zustutzen und häulig machen! Auch den steinharten Anthribiden möchten sie es gleich thun; besonders aber den Tigerkäfern, die auch (Tricondyla) unter den Grillen einen der merkwürdigsten Doppelgänger haben (Condylodera tricondyloides). Auch Wanzen sind aus einem naheliegenden Grunde ein beliebtes Vorbild, und ein südamerikanischer Bockkäfer (Charis melifera) tritt sogar mit dem Haarpelz der dortigen Honigbiene auf, während ein anderer Bock (Odontocera odyneroides) seine Feinde unter dem Schein einer Wespe sich vom Leibe hält. — Wie sehr *Zweiflügler gewissen* Netzflüglern ähnlich

sehen, lehrt die Vergleichung von Fig. 16 D mit C, u
leider das Wesentlichste, die bis ins Einzelnste gehende Fa
harmonie nicht wiedergeben. Am berüchtigsten sind ch
wisse Volucella-Arten, die, gleich den Kukuksbienen, i
Nestern der Hummen und Hummeln sich gütlich thun, l
sie so gleich sehen, daß letztere sie im Drange der Ge
wohl öfter für Ihresgleichen betrachten mögen! Es ist
dieselbe Prellerei wie bei gewissen Sandwespen, welche
ihre Beute, das Grillengenus Sphaeura, leichter zu über
sich gleichfalls in den Habit ihrer Opfer werfen, während
Sangheuschrecke sich sogar so weit herabläßt, die unsche
Tracht der Termiten anzunehmen, welche letztere denn f
diese Courtoisie theuer genug bezahlen müssen. —

Von Jugend auf hat man uns gelehrt anzunehmen
die gesammte mechanische Ausrüstung der Thiere im
gemeinen und der Insekten, dieser industrie- und kunstrei
im Besonderen, für das jeweilige Geschäft, welches si
treiben, auf das allerbeste und zweckmäßigste „berechnet
Und wie sollte dies auch anders sein? Sehen wir
die fliegenden mit Fittichen, die laufenden mit langen B
die scharrenden mit Grabschaufeln, die stechenden mit D
u. s. w. bewaffnet. Und nicht genug, daß die allen K
gemeinsamen Theile und Glieder, wie z. B. die Mund
zeuge, die Beine, die Afteranhänge u. s. w. nach der b
deren Lebensaufgabe, welche sie verfolgen, in entsprech
Weise zugerichtet oder adaptirt sind, kommen bei man
welche ganz ungewöhnliche Manipulationen ausführen,
eigene und anscheinend wenigstens völlig neue Werkzeuge b

Der Leser mustere einmal den äußeren Bau der T
käferlarve (Fig. 19), welche in senkrechten Erdschachten leb
nur wenig breiter als sie selbst sind. Wie kann sie mi
Hurtigkeit, wie sie dies thut, in diesen tiefen Gallerieen

n? Die mit spitzen Krallen versehenen Füße
ar zu wenig; denn es würde dem langen Hinter-
öthigen Stütze gebrechen.
at er aber und zwar von
ie sie kein zweites Insekt
Rücken eines der mitt-
ngel entspringen mehrere
kürzere nach aufwärts
ken (b), die man in An-
ebrauches, den das Thier
nicht besser als mit den
er Feuerwehrleute ver-
.

Fig. 19.
Larven der Cicindela campestris in ihren Erdschachten. a schaufelartiger Kopf, mit sammt dem Rückenschild eine den Eingang verschließende Fallthür bildend; b Klammerhacken des Bauches. Nat. Gr.

wir noch dazu, daß der
s Erdloch verschließende
det, wer möchte dann
sem merkwürdigen Ge-
ausstellen, wer möchte
mmener, besser, zweck-
ldet wünschen?

n aber ist es einer der größten Irrthümer zu
die einzelnen Organe ihrer jeweiligen Funktion und
zum Allervollkommensten angepaßt seien; es hieße
viel, als zu glauben, daß die künstlichen Werk-
ir uns selbst anfertigen, nicht durch bessere und
e ersetzt werden könnten. Und so wie wir mit
lichen Instrumenten nicht deshalb sehr mannig-
hwierige Arbeiten vollbringen, weil die betreffenden
ie zweckmäßigsten sind, sondern deshalb, weil wir
mäßige oder wenig zweckmäßige Geräthe zweck-
brauchen verstehen, ebenso verhält es sich bei den
vir denn schon gesehen haben, daß die aller Glieder
Leptis ebenso schöne Sandtrichter zu Wege bringt,

wie sie der Konkurrenz mit seiner schwindelnden Steigerung unterliegt. Daraus folgt aber offenbar nicht, daß, wenn wir das Fortbestehen der Kerfe verwünschen und verachten müssen, sie erstens nicht das, was sie jetzt schon leisten, besser und besser vollbringen, und andererseits uns manches Neue zu Stande bringen müssen, was sie gegenwärtig zu thun völlig unvermögend sind.

Aber die verschiedenen Grade der Vollkommenheit hinsichtlich der Anpassung des Kerforganismus an seine Bestimmungskreise sind ja bei den einzelnen Formen selbst sehr auffallend genug ausgesprochen, es sind nämlich die verschiedenen Insekten, sowohl für das Leben im Ganzen und Allgemeinen als auch für den ganz bestimmten und beschränkten Inhaltskreis, welchen sie kultiviren, in sehr ungleichem Maße und Grade angepaßt.

Dies nach allen Richtungen und Beziehungen hin offenbar zu machen, wird für lange Zeit eine der hervorragendsten, fruchtbarsten und erhebendsten Aufgaben der Entomologie sein; wir müssen uns darauf beschränken, an einzelnen Fälle zu zeigen, wie solches zu verstehen und zu machen ist.

Anpassung zum Blütenbesuch.

Daß Blumen und Insekten „für einander" sind, hat zwar schon Göthe ausgesprochen; die Wissenschaft aber, die von solchen poetischen Phrasen nicht viel zu halten pflegt, gelangte erst in allerjüngster Zeit zur richtigen und allseitigen Erkenntniß dieses intimen Wechselverhältnisses. Es ist einfach. Viele Blumen bedürfen der Kerfe zur Befruchtung. Diese müssen die „Liebesboten", die „Hohenpriester" oder, wenn man will, ihre Kuppelerinnen machen. Sie leihen den Staubbeuteln ihre Flügel. Hinwiederum bedürfen die In-

Immen-Magazine. Das „Füreinandersein“ ist aber
prüngliches. Viele Kerfe lassen sich durch gewisse
foppen — sie suchen sie auf, sie schlüpfen in ihren
– und finden nicht ihre Rechnung; ja büßen ihre
aftliche Visite mit dem Tod. Den Blumen, welche
h Intervention der Kerfe fruchtbar werden, hat die
e merkwürdigsten Eigenschaften verliehen, letztere herbei-
Trittbretter, Stiegen, Thüren, Visire, Fransen,
Schauckelbalken, verführerische Farben und vor Allem
chelnde Honigdüfte. Doch das Alles ist nicht für
acht. So sehr die meisten Kerfe nur gewissen Blumen
ihres Besuches anthun, so haben auch die Blumen ein
hes Interesse daran, nur gewisse Kerfe zu „empfangen“.
n und Insekten werden also für einander
et. Um unberufene oder doch unnütze Gäste abzu-
versehen sich die Blumen mit allerlei und oft sehr
ten Abwehrmitteln, — viele Kerfe „gehen z. B. auf
n“, den die Blüten oder andere Pflanzentheile ab-

der andern Seite betrifft die Specialisirung, die Ein-
a auf Einzelnes auch die Insekten und ihre bei der

[illegible] ist hier nicht [illegible] Blütenpflanzen, die gleich [illegible] Blütenpflanzen [illegible] zu der Sonnenpflanze [illegible] Pflanzen [illegible] als Kopfblumen bezeichnet [illegible] Blüte [illegible] zu [illegible] Die Anordnung zur Sonnen- und Bestäubungsseite [illegible] Blütenstände auf [illegible] Blüte auf die Gestaltung [illegible] Bestäubung [illegible] Ch. Kö[illegible] [illegible] Lonicera [illegible], Ch[illegible] [illegible] L., Dianthus [illegible] L. [illegible] die Blüte [illegible] in die Sonne [illegible] Blüte [illegible] z. B. bei der [illegible] [illegible] Blüten [illegible] und [illegible] der [illegible] Bestäubung der Scabiosa arvensis [illegible] der [illegible] [illegible] Verhalten dieser Blumenblätter [illegible] Insektenbesuch an den Blüten der Ranunkeln, und [illegible] der Blüte der Ranunkeln [illegible] Jungen, wenn sie [illegible] [illegible] Insekten [illegible] Beobachtungen unter [illegible] Blüten [illegible] eine Nemognatha [illegible] verschiedenen, zu [illegible] einzelnen Blüten [illegible] gemacht, in ihrer Vereinigung einem langen Faltern [illegible]

„Obgleich für die Beobachtung unserer Blumen von [illegible] Bedeutung, so ist die Ordnung der Käfer gerade durch, daß sie uns die ersten Uebergänge von Insekten [illegible] Blumennahrung und die ersten Anpassungen an dieselbe vor Augen stellt, von besonderem Interesse. Wir sehen, wie von den verschiedensten Käferfamilien, welche der mannigfach[illegible] Nahrung nachgingen, einzelne Arten erst an theilweise, [illegible] an ausschließliche Blumennahrung sich gewöhnt haben,

Fig. 18 zum Vorbild hat. Man vergleiche bei letzteren den Außenrand der Vorderflügel. Es ist, als ob beide mit demselben Locheisen ausgeschlagen wären.

Freilich wird die Natur auch einige Zeit experimentirt haben, bis es so weit kam. —

Aber vielleicht sind diese Aehnlichkeiten bloße „Naturspiele"? Man könnte dies glauben, wenn beiderlei Kerfe nicht wirklich auch im Leben beisammen wären, die ersteren zwei auf dem Stamm der italienischen Pappel, die letzteren auf der Ulme.

Und nachdem wir einmal, wenigstens betreffs der erstern wissen, daß die Bremse (Fig. 16 A) ihrer Aderlaßwerkzeuge halber von vielen Thieren gefürchtet und geflohen wird, so ist die Annahme gewiß nicht so gewagt, daß die völlig wehrlose Sesia (B) wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem genannten Vampyr für den letztern gehalten und daher gleichfalls unangefochten gelassen wird, und daß also jene Sesien-Variationen, welche am meisten dem Bremsenkostüm sich annähern, die meiste Aussicht zu überleben, sich zu befestigen und im angedeuteten Sinne sich zu verbessern haben.

Die Käfer kopiren sich meist untereinander. So lassen sich die Langhörner, um den ihres Gestankes wegen gefürchteten Hispiden ähnlicher zu werden, sogar die Fühler zustutzen und käulig machen! Auch den steinharten Anthribiden möchten sie es gleich thun; besonders aber den Tigerkäfern, die auch (Tricondyla) unter den Grillen einen der merkwürdigsten Doppelgänger haben (Condylodera tricondyloides). Auch Wanzen sind aus einem naheliegenden Grunde ein beliebtes Vorbild, und ein südamerikanischer Bockkäfer (Charis melipona) tritt sogar mit dem Haarpelz der dortigen Honigbiene auf, während ein anderer Bock (Odontocera odyneroides) seine Feinde unter dem Schein einer Wespe sich vom Leibe hält. — Wie sehr Zweiflügler gewissen Netzflüglern ähnlich

[illegible]

[illegible]

[illegible] an der oft sehr schwer zu [illegible] sich genöthigt sahen, ihre Jungen, eine aus [illegible] und Blumenstoffen gemischte Nahrung [illegible] als sich das eigene Futtermaterial als praktisch [illegible]

Die Richtigkeit dieser Anschauung läßt ſich, und zwar mit Evidenz, aus der Vergleichung jener morphologiſchen Eigenthümlichkeiten der Bienen nachweiſen, vermöge welcher ſie, und zwar in ſehr verſchiedenem Grade, zu einer möglichſt bequemen und ergiebigen Blumenkoſt-Gewinnung eingerichtet ſind. Dabei handelt es ſich alſo vornehmlich um zweierlei, erſtens um das Schöpfwerk für den Honig, d. i. den Rüſſel, und dann um den Pollenſammelapparat, der bei der Stockbiene durch die Ferſenbürſte und das Schienenkörbchen, bei den Bauchſammlern durch die gewiſſen

und abklettern? Die mit spitzen Krallen versehenen Füße wären offenbar zu wenig; denn es würde dem langen Hintertheil an der nöthigen Stütze gebrechen. Eine solche hat er aber und zwar von einer Art, wie sie kein zweites Insekt besitzt. Vom Rücken eines der mittleren Bauchringel entspringen mehrere längere und kürzere nach aufwärts gebogene Hacken (b), die man in Ansehung des Gebrauches, den das Thier davon macht, nicht besser als mit den Steigeisen der Feuerwehrleute vergleichen kann.

Fig. 19.
Larven der Cicindela campestris in ihren Erdschachten. a schaufelartiger Kopf, mit sammt dem Rückenschild eine den Eingang verschließende Fallthür bildend; b Klammerhacken des Bauches. Nat. Gr.

Nehmen wir noch dazu, daß der Kopf eine, das Erdloch verschließende Fallthüre bildet, wer möchte dann wohl an diesem merkwürdigen Geschöpf etwas ausstellen, wer möchte es sich vollkommener, besser, zweckmäßiger gebildet wünschen?

Trotzdem aber ist es einer der größten Irrthümer zu meinen, daß die einzelnen Organe ihrer jeweiligen Funktion und Bestimmung zum Allervollkommensten angepaßt seien; es hieße dies geradesoviel, als zu glauben, daß die künstlichen Werkzeuge, die wir uns selbst anfertigen, nicht durch bessere und vollkommenere ersetzt werden könnten. Und so wie wir mit unsern künstlichen Instrumenten nicht deshalb sehr mannigfaltige nnd schwierige Arbeiten vollbringen, weil die betreffenden Werkzeuge die zweckmäßigsten sind, sondern deshalb, weil wir auch unzweckmäßige oder wenig zweckmäßige Geräthe zweckmäßig zu gebrauchen verstehen, ebenso verhält es sich bei den Kerfen, wie wir denn schon gesehen haben, daß die aller Glieder entbehrende Leptis ebenso schöne Sandtrichter zu Wege bringt,

[illegible]

[illegible] der Schleimhaut mit der [illegible] und [illegible] zu ihrer eigenen [illegible]

[illegible] ist aber [illegible] Methode, abgesehen [illegible] namentlich für jene [illegible] sehr mangelhaft, da [illegible] der [illegible] Zunge und [illegible] im [illegible] nur [illegible] werden [illegible] mit Beihülfe einer anderen [illegible]

sekten auch der Blumen, nicht bloß als Schlafkammern und Unterstandsörter, sondern vornehmlich als Brodläden und Trinkhallen. Indem sie das Eine thun, verrichten sie das Andere. Zentner von Honig und Pollen wandern alljährlich in die Immen-Magazine. Das „Füreinandersein" ist aber kein ursprüngliches. Viele Kerfe lassen sich durch gewisse Blüten foppen — sie suchen sie auf, sie schlüpfen in ihren Kelch — und finden nicht ihre Rechnung; ja büßen ihre freundschaftliche Visite mit dem Tod. Den Blumen, welche nur durch Intervention der Kerfe fruchtbar werden, hat die Natur die merkwürdigsten Eigenschaften verliehen, letztere herbeizulocken: Trittbretter, Stiegen, Thüren, Visire, Fransen, Schleier, Schauckelbalken, verführerische Farben und vor Allem einschmeichelnde Honigdüfte. Doch das Alles ist nicht für Alle gemacht. So sehr die meisten Kerfe nur gewissen Blumen die Ehre ihres Besuches anthun, so haben auch die Blumen ein begreifliches Interesse daran, nur gewisse Kerfe zu „empfangen". Blumen und Insekten werden also für einander gezüchtet. Um unberufene oder doch unnütze Gäste abzuhalten, versehen sich die Blumen mit allerlei und oft sehr complicirten Abwehrmitteln, — viele Kerfe „gehen z. B. auf den Leim", den die Blüten oder andere Pflanzentheile absondern.

Auf der andern Seite betrifft die Specialisirung, die Einschränkung auf Einzelnes auch die Insekten und ihre bei der Blumenplünderung betheiligten Werkzeuge, worüber in dem ebenso thatsachen- als geistreichen Werke H. Müller's, sowie in dem jüngst erschienenen Buche des bewährten Kerfbiologen Lubbock eine Menge vortrefflicher und eingehender Studien zu verfolgen wären.

Unter den einzelnen Kerfordnungen kommen aber hiebei von den nagenden zumeist nur die Käfer; von den saugenden die Fliegen, Bienen und Schmetterlinge in Betracht.

Schienbein, deren Hinterschienen aber ihrer ganzen Länge [illegible] auswendig, kürzer als inwendig, und bei den allein [illegible] [illegible] Weibchen bedeutend mehr als bei

Fig. 20.

Hinterleiber weiblicher holzbewohnender Bienen von der Innenseite. a Hüftglied, c Oberschenkel, e Schiene, d Gelenkcrista der Schiene, 1–4 [illegible] (1. Beinglied, kr Kralle), bei Gestalt (nach H. Müller).

A Prosopis variegata ♀
B Panurgus Banksianus K. ♀
C Macropis labiata Pz. ♂
D Bombus Scrimshiranus K. ♂
E Gestalten.
F Fiederhaare derselben mit anhängendem Pollen.

Männchen behaart sind, indeß, wie es scheint, in [illegible] Sinne gleichfalls noch unbenutzt bleiben.

Einen größeren Fortschritt bezeichnen dann die nam[illegible] in Bezug auf Behaarung äußerst variabeln Habitus [illegible] Andrena[1], wo die Schiene bereits durch ihren [illegible] Sammelhaarbesatz vor den übrigen Beingliedern sich [illegible] thut. Noch besser steht die Sache bei Cilissa, Dasy[illegible]

daß alsdann zu ausgiebigerer Nahrungsgewinnung nützliche Abänderungen durch natürliche Auslese erhalten worden sind. Der Uebergang zur Blumennahrung muß bei den einen in früheren, bei den andern in späteren Zeitepochen erfolgt sein; denn die einen haben Zeit gehabt, durch Anpassungen an dieselben und Divergenz dieser Anpassungen zu Gattungen und Familien heranzuwachsen, die andern bestehen noch als blumenliebende Arten neben Geschwisterarten, welche die Blumenahrung verschmähen."

Ungemein lehrreich ist die Anpassung des Zweiflüglerrüssels sowohl zur Honig- als zur Pollenaneignung, die bekanntlich insbesondere von den Schwebfliegen und den Bombyliden in ausgiebigster Weise betrieben wird.

Das betreffende Organ besteht bekanntlich aus einer mehr minder vorstreckbaren Saugrinne, in welcher sich zugleich die Stechwerkzeuge auf- und abschieben und dann aus den beiden schwammigen Endlappen, welche an die zu besaugende Fläche schröpfkopfartig angedrückt werden. Dasselbe eignet sich also ohne weiters auch zur Honiggewinnung, nur können, wie wir es bei den Blumenfliegen in der Regel finden, die Stechorgane in Wegfall kommen, und ist es, um mit diesem Instrument auch zu tieferen Blumenkelchen bequemen Zutritt zu erlangen, von Vortheil, wenn es sich angemessen verlängert. Daß solches aber keine Hexerei, beweisen, wie durch vergleichende Messungen leicht zu constatiren, die vielfachen Längenvariationen sowohl des Gesammtrüssels als der einzelnen Bestandtheile.

Eine Adaptirung hat aber meist eine andere im Gefolge. So sehen wir bei mehreren langrüsseligen Blumenfliegen, z. B. bei Rhingia, daß sich der Vorderkopf zum Schutze des ausgestreckt bleibenden, d. h. stets zur Aktion bereit gehaltenen Rüssels schnauzenartig hervorstülpt. Das

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Haarbüschel gegeben ist. — Was nun vorerst das typische Bienenmaul anbetrifft, so ist dasselbe nichts weniger als eine völlig originelle Bildung, sondern nur ein in seinen einzelnen Theilen mehr weniger abgeänderter Grabwespenmund, und die stufenweisen Uebergänge vom einen zum andern können sogar an den verschiedenen noch heute lebenden Bienengattungen beliebig vorgewiesen werden.

Um nur den Haupttheil, d. i. die Leckzunge herauszugreifen, so ist dieselbe beim Genus Prosopis eine kurze zweilappige Kelle, die von jener der Grabwespen absolut nicht zu unterscheiden ist. Bei Macropis erscheint sie gleichfalls kaum länger als beim genannten Geschlecht, ist aber mit einem kurzhaarigen Spitzchen versehen. Bei Andrena ist sie schon weit länger als breit, bei Halictus sogar lanzenförmig und mit einzelnen Haarquirlen. Zum vielringligen Wurm verlängert sie sich dann allmälig bei Panurgus, Halictoides, Chelostoma, Stelis; und mit Diphisis und Osmia vollzieht sich der Anschluß an die Stockbienen- resp. an die Hummelzunge.

Auch eine andere wichtige Eigenthümlichkeit der Bienenzunge, nämlich die „viererlei Beugungen und Streckungen", vermöge deren sie sich im thätigen Zustande auf das längste hervorstrecken, im unthätigen aber, um den nagenden Kiefern freien Spielraum zu lassen, sich völlig in die Aushöhlung der Kehle zurückziehen kann, bildet sich erst allmälig und schrittweise mit ihrer Verlängerung aus.

Betreffs der Möglichkeit einer allmäligen Verbesserung oder Vervollkommnung des in Rede stehenden Organs genügt es aber anzudeuten, daß Länge, Behaarung und gewisse andere Merkmale bei einer und derselben Art außerordentlich variabel sind, so daß die natürliche Auslese im Kampf ums Dasein Anhalt genug findet, die Brut der relativ schlechter

lieferzeuge der Baumwollen, ein Instrument zum Beißen
Lasttragen ebenso geeignet, wie zum Schieben und Gi
des Stachels. Ist also die Mundentwickelung der Biene
das Vollkommenste, was man sich denken kann, hat die
Anpassung durch Arbeitstheilung, durch lange Zeiten
aller gegebenen Einzelheiten nicht ein glänzendes Re
erzielt?

Aber auch an andern nicht verdauenden Theilen fin
manches Besondere. I
In eigenem Abschnitt
Fettkörpers wird Bat
weiter, das plötzlichere
es zum Zellen gut b
an den sechzig
berechneten Gelenkfalt
Bauches (Fig. 21 v)
schwitze. Desgleichen
Organe der Zeugun
das höchste gesteigert.
Eierstock (a), mit
langer Röhren, ist sch
wunderlich. Die der Scheide (s) anhängende Samentas
gaster kein unschätzbares Bienenorgan, hat sich doch
erweitert, daß sie eine für Jahre ausreichende Sperm
zu umfassen vermag. Und sind denn Schweifer- (sch) un
drüsen (g) nicht gleichfalls wichtige Zuthaten oder Di
rungen, deren nur Wenige sich rühmen können?

Vervollkommnung durch Arbeitstheilung findet ab
Nicht so heißt, daß die ursprünglich indifferenten od
feinerden Theile immer besser entfaltet und zu neuen Leis
geschickt, gemischt und hervorgezogen werden, also mit
Werk durch Umwälzung, durch Abschleifung der verschie

daß die Insekten sehr viel auf die Reinlichkeit ihrer Garderobe halten. Der abgescheuerte Blütenstaub wird aber dem unfreiwilligen Pollensammler selbst und noch mehr der heißhungerigen Brut ein gefundenes Fressen sein, und es ist sehr naheliegend, daß sich diese Kerfe in Zukunft bei ihren Blumenvisiten nur mehr mit dem Honiglecken befassen, da sie den Pollen zu Hause mit besserer Muße verzehren können. Unter solchen Umständen ist auch klar, daß die Natur derartige Abänderungen, welche sich auf eine bessere Entfaltung des pollensammelnden Haarkleides beziehen, kräftigst unterstützen wird.

Auch nach dieser Richtung bezeichnen noch jetzt lebende Bienengattungen die wichtigsten Entwicklungsstufen.

Bei Prosopis sind die Haare noch spärlich, kurz und durchwegs einfach. Desgleichen bei Sphecodes und Nomada, wo sich unter die einfachen schon jene spießigen (Fig. 20 F) mischen, an welchen der Pollen sich so leicht verfängt. Mannigfache Uebergänge zu stärkerer Behaarung zeigen dann Andrena und Halictus an. Zu zum Blumenstaubabbürsten sehr vortheilhaften Querbinden verdichtet sie sich bei Colletes und Megachile. Nebst einem ziemlich dichten allgemeinen Haarkleid sehen wir dann bei Osmia noch eine als spezifischen Sammelapparat verwerthete langzottige Bauchbürste, und endlich bei den Hummeln erlangt der Haarpelz seine höchste Entfaltung.

Noch lehrreicher ist die Anpassung der Hinterbeine.

Wieder bezeichnet Prosopis den niedersten Grad. Ihre Beine sind mit Ausnahme des unteren Schienenabschnittes (Fig. 20 A u) nur mit winzigen Härchen bekleidet, erweisen sich also zum Pollenabfegen als völlig unbrauchbar und stehen nur, wie auch der lange, stark bekrallte Fuß zeigt, als Grabinstrumente in Verwendung. — Einen kleinen Schritt weiter ist dagegen die zugleich durch große Variabilität ausgezeichnete

[illegible]

Panurgus (Fig. 20 B) und Macropis (C), wo die beiderseits von einem Zaun langer Borsten umrandeten Schienen (u) schon große Blütenstaubballen beherbergen, und z. Th. auch schon das erste Fußglied oder die Ferse (1), beträchtlich verbreitert und beborstet, zum ausschließlichen Bürstorgan sich zu qualificiren anfängt. In seiner höchsten Vollendung stellt sich endlich das Sammelbein bei der Hummel und Stockbiene dar. Bei beiden ist die Schiene auswendig mit einem völlig glatten, aber von einem Gehege elastischer Borsten umschlossenen, beinahe löffelförmigen Theil, dem sog. Körbchen, versehen, während die Ferse eine wahre Bürste vorstellt, die bei der Hummel mit gleichmäßig vertheilten steifen Borsten besetzt ist (D), während letztere an der Bienenferse (E 1) sich sogar reihenweise wie an unsern künstlichen Reibbürsten vertheilen.

Die einzelnen Stadien der Sammelbeinentwicklung wären also, kurz repetirt, die: zuerst völlig glattes Grabbein, dann gleichmäßig aber spärlich behaartes, weiters dichter beborstetes, bereits zum Fegen und Aufstappeln des Pollens geeignet; dann die bessere Ausprägung und Sonderung der hiezu vor Allem geeigneten Endabschnitte. Schiene und Ferse verbreitern sich, bürsten aber beide. Endlich thun letzteres nur die dichter beborsteten Fersen, während die Schiene zum exclusiven Pollenträger wird.

Letzteres war aber nur mit der Annahme einer neuen Gewohnheit möglich, daß nämlich der den Hinterbeinen zur Aufbewahrung zu übergebende Blütenstaub vor dem Abbürsten mit Honig angespieen oder benetzt und dadurch entsprechend klebrig gemacht wurde, was speciell bei sogenannten Windblüten, deren Pollen leicht verstäubt, von großem Vortheil ist.

So viel einstweilen von den Bienen. Die bezüglichen Anpassungen der noch ausständigen Blütengäste, der Falter,

würden ohne Zweifel nicht weniger interessant zu verfolgen sein. Doch diese Kerfe waren bisher weniger zu ernsthaftem Studium als zu oberflächlicher Spielerei bestimmt. Nur Eins sei hervorgehoben, daß nämlich ihr Honigschöpfer seiner spiralfederartigen Form wegen und weil hier auf keine Nebentheile Rücksicht zu nehmen, fast ins Unbegrenzte sich verlängern kann.

Vervollkommnung durch Arbeitstheilung.

Ist der Schmetterling mit seinem schimmernden Flügelkleide und dem stattlichen Saugrüssel etwas Vollkommeneres als der dunkle flügellahme Raubkäfer mit seiner furchtbaren Kiefer-Armatur und dem prächtigen Räderwerk seiner Laufbeine? Beide sind vollkommen in ihrer Art, für ihr Element, für ihre Lebenszwecke. Mit dem Saugrohr des Falters wäre dem Käfer und mit den Beißzangen des letzteren dem Schmetterling nicht gedient. Und was würde dieser auf den Blumen mit einem kräftigen Fußwerk, jener bei seinen Balgereien mit dem eiteln zerbrechlichen Tand der Falterschwingen anfangen?

An diesem Beispiel sehen wir das gewöhnliche Resultat, das die natürliche Zuchtwahl zu Wege bringt. Sie macht aus den Kerfen Spezialisten — sie begründet und fördert den Partikularismus, das vielseitigste Kastenwesen. Das ist die Arbeitstheilung im Großen. Die einzelnen Insekten werden dabei, wie wir gesehen, nicht vollkommener. — Das Material des Organismus, aus dem für die verschiedenen Kastenmitglieder das Arbeitszeug hergerichtet wird, ist in der Regel ein und dasselbe, und wenn wirklich einmal gewisse Geräthe, wie etwa die Rüsselladen der Falter, bedeutend vervollkommnet werden, so müssen es dafür andere entgelten, die, wie die Oberkiefer gewissermaßen nur als Andenken an frühere Zeiten sich fort*erhalten.*

Also gibt es bei den Kerfen, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, nur eine partielle Vervollkommnung, nur eine einseitige Verbesserung; reicht die natürliche Zuchtwahl nicht so weit, den gesammten Organismus auf eine höhere Stufe zu erheben?

Daß sie solches vermag, daß im Kerfreich ein wahrhaftiger allseitiger Fortschritt möglich und existirt, dafür legt speziell die Ordnung der Aderflügler ein umständliches und unwiderlegbares Zeugniß ab. — Wir nehmen den Faden wieder dort auf, wo wir ihn — im früheren Kapitel — gelassen haben, an den Hinterbeinen der Honigbiene. Die Vervollkommnung, wie sie sich hier am einzelnen Theile ausspricht, kann nirgends schöner erläutert werden. Das Bienen-Hinterbein war anfänglich den übrigen gleichgeartet, eine einfache Bewegungsgliedmaße. Später ward sie zugleich, aber ohne an der bisherigen Funktion erheblich einzubüßen, ein Sammelorgan — der Fuß wurde Hand und blieb doch Fuß. Aber noch mehr. Die einzelnen Glieder theilten sich in die Arbeit: die Schiene ward Sammelkörbchen, die Ferse Sammelbürste, die Fußwurzel Henkel, und das Ganze that seinen Dienst wie ehemals, wo ihm diese Nebenverrichtungen noch nicht aufgebürdet waren. Ist dies nicht absolute Vervollkommnung?

Dasselbe gilt von den Mundtheilen.

Hier finden wir nicht wie am Raubthiersgebiß der Laufkäfer oder am Saugrohr der Falter nur Einerlei. Der Mundapparat der Biene ist eine Vereinigung, eine Zusammenfassung des Besten, was die übrigen Insekten in dieser Richtung einzeln erworben. Aus den Hinterkiefern ward die lange Zunge zum Aufschlürfen aller Art von Süßigkeiten; die Mittelkieferladen, jene umschließend, sind das complete Saugrohr der Schmetterlinge, und darüber öffnet sich schließlich die Ober-

[illegible] Ameisen [illegible] Sicherung gich
der Fühlhörner.

Die Termiten [illegible], welche bei dem heutigen Ge
[illegible] Ameisen [illegible] Hauptbestandtheile bildeten, [illegible]
[illegible] gänzlich [illegible]. Um in [illegible]
[illegible] gewandte Forschung von Dr. Dewitz in Berlin
[illegible] Resultaten in den Spalten [illegible], wenn
[illegible], daß die Termitenarbeiter ebenso wie g
die vollkommen ausgebildeten Weibchen geflügelt, ihnen
[illegible] als [illegible] waren. —

Ein wichtiger Fortschritt in der ganzen Entwicklu
des Termitenstaates besteht darin, daß bei m
unter den Arbeitern gewisse, mehr weniger
geflügelnde Klassen, nämlich schwach- und großk
zu unterscheiden sind, wovon die ersteren als Pflegemütt
Wachtschiebenmen, die letzteren als Sicherheitsbeschütz
Soldaten fungiren.

Mit diesen Tatsachen, sowie auch verschiedenen
entschieden wir auch, daß die Ameisenkasten höher D
als jene der Blattwespen sind.

Am schönsten ist das Vierersystem bei den Doppelg
der Ameisen, den Termiten, ausgeprägt.

Einen freilich sehr schwachen Begriff von diesem
sichtsten exotischen Ungeziefer geben unsere Küchenkap
die „Schwaben", mit denen sie auch wirklich in naher S
verwandtschaft stehen. Der Leser wird Gelegenheit g
haben zu sehen, daß die jungen Schwaben schon von Kl
keinen auf mit den alten sich herumtreiben und diesen
bis auf die erst successive hervorsprossenden Flügel gle
Larven im Sinne der andern Socialkerfe gibt es da gar
und dasselbe ist auch mit den Termiten der Fall, ein
stand, der hinsichtlich der Deutung der einzelnen Termitenb
bewohner zu den gräulichsten Confusionen geführt hat.

Fig. 22. Termiten (Termes lucifugus).
mit der jungen Brut, B Arbeiter, C Soldat, D Männchen.

Unter den majorennen Termiten scheint es im Allg meinen, wie schon angedeutet, viererlei Individuen zu geben vollkommen geflügelte, die Männchen (Fig. 22 D), Weibchen (A) theils ohne, theils mit Stummelflügeln, die aber, wie solche auch bei andern Insekten sehr häufig, bei den Larven größer sein können, und dann Arbeiter, welche in Ammen (B) resp. Bauleute und in Soldaten (C) zerfallen.

Das früher gebrauchte Wort „Riesendame" hätte man fürs Termitenweib aufsparen sollen. Es ist dies geradezu ein Ungethüm. Der Hinterleib, schon kurz nach der Befruchtung zum Bersten ausgedehnt und Millionen von Eiern bergend, vergrößert sich noch fort und fort, und die Bauleute haben vollauf zu thun, den backofenartigen Thron- oder Brutraum entsprechend zu erweitern.

Die beiden Arbeiterklassen sind gleichfalls flügellos, ihre Stärke liegt aber natürlich nicht im Hintertheil, sondern in den Lauf-, Grab- und Beißinstrumenten. Speziell beim Kriegscorps sind die Kiefer von gewaltiger Stärke, und der Kopf- und Vorderbrustkapsel muß sich weit ausdehnen, um den Beißmuskeln Platz zu machen.

Lespès will gefunden haben, daß sich sowohl das Genie- als das Infanteriecorps aus Weiblein und Männchen rekrutire; doch letztere werden wohl auch hier ihrem Prinzip der völligen Sorglosigkeit um das Gedeihen ihrer Kinder treu ungetreu werden und den Hausdienst dem weiblichen Geschlecht überlassen.

Stachel sind genau wie bei der Fürstin. Das gibt zu denken. Ferner ist ja der Stachel ein Legeinstrument, ein untrügliches Kennzeichen der Weiblichkeit. Verfolgen wir diese Spur weiter, öffnen wir den Hinterleib. Ein Eierstock! Freilich nur dem Kundigen sich enthüllend, wenige unansehnliche und meist leere Röhrenstummel im Fett versteckt, aber doch ein Eierstock. Nur Eins vermißt man, das gewisse Sperma-Behältniß. Es ist also die Arbeiterin eine verkümmerte Königin und die Königin ist eine emancipirte Arbeiterin.

Das Erstere läßt sich streng beweisen. Mit besserer Kost gefüttert und in einer bequemeren Wiege erzogen wird aus der Proletarierlarve eine Königin — ja bisweilen braucht es solchen Hokus-Pokus gar nicht — die „geschlechtslose" (!) Biene legt mitunter Eier, ohne alles weitere Zuthun, es werden aber, davon noch später, nur Männchen daraus.

Sind nun, fragen wir die Teleologen, die Arbeitsbienen als geschlechtliche Nullen bloß zur Bedienung erschaffen worden oder vielleicht zur gelegentlichen Aushilfe, wenn das privilegirte Weib nicht seine Pflicht thun kann; ist ferner die Drohnenbrütigkeit, der Ueberfluß an Männchen und die Niedermetzlung der überzähligen Thronkandidatinnen ein Zweckmäßigkeitsargument?! — Die Arbeitsbiene allein wirft den ganzen alten, längst fossil sein sollenden Dogmenplunder über den Haufen.

Aber wie kam's denn zum heutigen Bienenregiment, wie wurden die Arbeiterinnen entweiblicht und wie die Monarchie geschaffen? Die Natur experimentirte an der ursprünglich nur aus Manns- und Weibsvolk bestehenden Bienengesellschaft so lange herum, sie benutzte so lange das Schwanken in der Geschlechtssphäre der Weibchen — unterdrückte bei den einen, steigerte die Fruchtbarkeit und später zugleich die Eifersucht

[illegible]

vorstellen können, fungiren sie einstweilen als Gehülfinnen der Königin — bauen Zellen und tragen Futter zu, schaffen sich aber schließlich auch eine eigene Brut, die aber nur Männchen liefert, ein Geschlecht, für dessen Vermehrung jetzt auch die Königin Sorge trägt, so daß es also hinsichtlich der Abkunft Arbeiter- und Königinnen-Drohnen zu unterscheiden gibt, die, nebenbei bemerkt, in grün- und schwarzäugige zerfallen. Die unter Mithilfe der kleinen Weibchen besser ernährten Schwestern der späteren Bruten sind nun eben die großen, welche nach geschehener Befruchtung überwintern und die Sache von vorne anfangen. So spiegelt sich also im Haushalt von Polistes der Urzustand der Bienen wieder; ihre kleinen Weiber haben von den Geschlechtsprärogativen zwar nicht Alles aber doch den besten Theil, nämlich die Erzeugung von Ihresgleichen schon eingebüßt.

Bei den übrigen Wespen, der Horniß, der Kugelnestbauerin u. s. f. wird sich die alte Tradition von den „Geschlechtslosen" noch so lange fortschleppen, bis auch hier einmal gründlich aufgeräumt wird. Dies wäre besonders bei den Hummeln zu wünschen, deren Weibchen in drei Gruppen, ein großes, ein wahres Riesenweib, die „Gründerin", dann die mittelgroßen und die kleinen zerfallen, die, wie ich erst kürzlich mich überzeugte, hinsichtlich des Stachelapparates wenigstens nicht den mindesten Unterschied zeigen, trotzdem aber in zwei Kasten, echte fruchtbare Weibchen und Arbeiter gesondert werden. Die mittelgroßen (es gibt aber mehrere Variationen!) sollen die kleinen erzeugen und die Riesendamen erst im Herbste, bald nach der männlichen Brut, zum Vorschein kommen.

Lehrreich ist die Gliederung und die jeweilige physische Ausrüstung in den Ameisenstaaten. Wie bei den Bienen gibt es in der Regel dreierlei Wesen: Große Weibchen, Männchen und Arbeiter. Erstere zwei kommen stets geflügelt aus der Puppe, verlieren aber diese für ihre meist

[illegible]

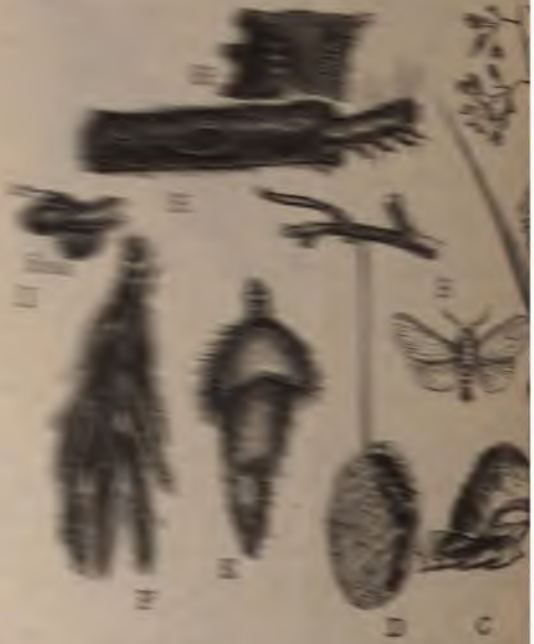


Fig. 1.1. [illegible] Larve von Sphinx [illegible]
A von [illegible] gemacht, B die [illegible] Sphinx-Puppe; C a, b [illegible] Gespinnst, oder Puppe; D [illegible] Puppe; F [illegible] [illegible]; G [illegible] Puppe [illegible]; H, [illegible] Schmetterling, b [illegible], c [illegible], d [illegible] Puppe; G Augenmaden, Schmetterling und Puppe auf einem [illegible] H Puppe von Sphinx [illegible] in [illegible] Gespinnst.

Schon an diesen wenigen Beispielen scheint genugsam [illegible], nicht blos, daß das jeweilige Vorkommen [illegible] Zweck des vorhandenen Individuums verwendbar, sondern

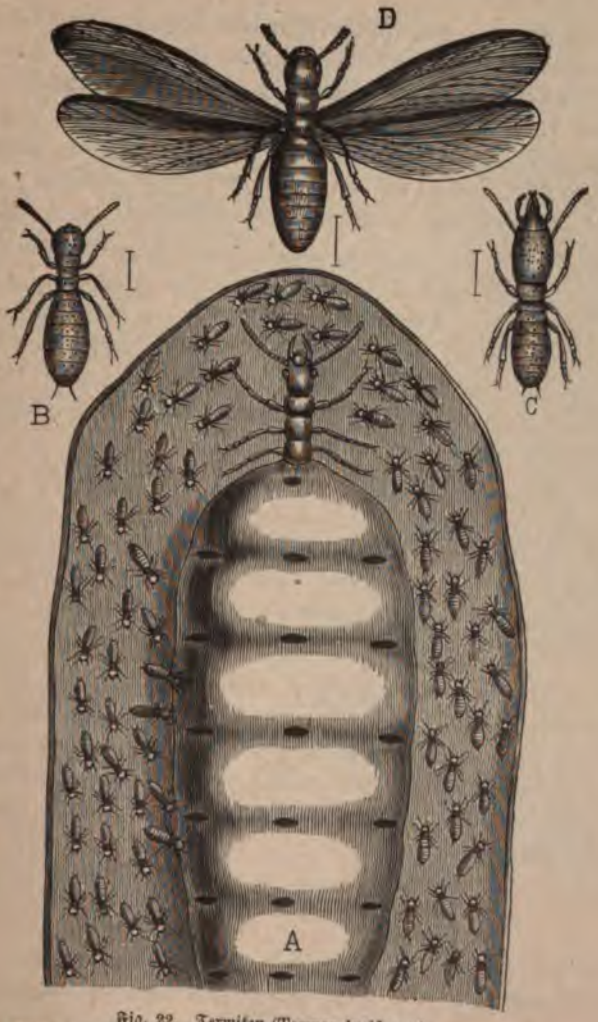


Fig. 22. Termiten (Termes lucifugus).
A Königin mit der jungen Brut, B Arbeiter, C Soldat, D Männchen.

wundern müßte, wenn sie von all diesen schönen Gelegenheiten keinen so weitgehenden Gebrauch machten.

Wie mannigfache und verlockende Baugelegenheiten bietet ferner das Erdreich theils den unmittelbar darin hausenden Larven und Puppen, theils jenen Kerfen dar, welche ihre Eier dieser sichersten aller Brutstätten anvertrauen. Wie bequem sind darin Gänge, Löcher und Kammern herzustellen, und was lassen sich nicht aus Lehm und Sand auch für ästhetische Hochbauten und Tiefbauten ausführen.

Auch das Thierreich gibt Mancherlei. Die Larve eines Aasfäfers (Fig. 25) dringt in die Häuser gewisser Schnecken ein, um den verwesenden Inhaber aufzufressen, und warum sollte sie also das leere Gemach nicht auch für

Fig. 25.
Aasfäfer (Silpha laevigata), dessen Larve in Schneckengehäuse eindringt.

sich benutzen? Das ist nun freilich keine höhere Industrie als jene der gewissen Krebse und unserer höhlenbewohnenden Altvordern. Doch es gibt andere Fälle. Manche Köderlarven machen sich ein Fell aus kleinen Schneckenhäuschen oder Muscheln, die sie in ihrer unmittelbaren Umgebung auflesen, wobei allerdings nicht zu verschweigen, daß manche flaschenartige Seeschwämme (Haliphysema, Gastrophysema), die der Laie gar

III. Kapitel.

Bauindustrie der Insekten.

Man mag von der Rangstufe, welche die Sechsfüßler im Reich der Thiere verdienen, halten, was man will, man mag sie, in Ansehung gewisser Zustände, verhältnißmäßig tief stellen oder, in Anbetracht anderer, höher hinaufrücken, Eins ist unzweifelhaft: Als thätige, wirkende Wesen sind sie einzig, unvergleichlich; die Handlungen, welche sie verrichten, und besonders die Kleider, die Wohnungen und Bauten, welche sie theils zum eigenen, theils zum Schutz ihrer Nachkommen verfertigen, sind schon im Alterthum ein Gegenstand der höchsten Bewunderung gewesen, und wenn wir die Sache recht fassen und beim rechten Namen nennen, d. h. wenn wir uns einmal vorstellen, daß die Vollbringer der Werke, welche wir da vor Augen haben, im Vergleich zu uns Beschauern nicht von so gar kleiner, ja unansehnlicher Statur wären, so würden uns ihre Thaten noch mehr imponiren, ja es würde auch dem gemeinen Manne klar werden, daß die Insekten, hinsichtlich dessen, was ein Organismus ganz aus und durch sich selbst hervorzubringen vermag, allen andern Thieren weit überlegen sind. Oder wo ist das Wesen, welches so schöne Wiegen, wie die Schneiderbiene, so hübsche Holzgemächer, wie die Xylocopa, so zierliche Erdgallerieen wie die Andrena, so wundersame Kartenhäuser wie die Wespe, oder welches gar die wächsernen Paläste einer Stockbiene oder die „byzantinischen Dome“ der Termiten zu Stande brächte?

Aber was mag denn der Grund sein, daß gerade die Insekten mehr können und mehr leisten, als irgend eine andere Thierklasse?

[illegible]

um sich vollständig einzuhüllen, an einem einzigen Laub genug, dessen Seitenränder sie mit Fäden an einander zieht und so zu einer höchst einfachen Hülse umgestaltet. Das Gleiche kann man von jenen exotischen Raupen in Fig. 23 sagen, die, eine neue Art wandelnder Blätter, ihren Rücken mit einem einzigen Laub zudecken, dem sie aber früher den Stiel abbeißen, da derselbe als Schutzmaterial keinen Werth hat und sie nur an der freien Bewegung hindern würde. Anders steht's bei der Gelechia subocella (Fig. 24 F), die eines näheren Beschauens wohl würdig ist. Diese Raupe lebt auf den Blüten von Origanum, welche bekanntlich eine zackige Trichterkrone haben, die mit Leichtigkeit vom Blütenboden sich loslöst, so daß sie dann von zwei Seiten offen ist. Die Raupe, welche durch sie hindurchkriecht, ja wahrscheinlich — wir haben sie nie selbst beobachtet — sich hindurchfrißt, muß fast unwillkürlich dieses Röckchen sich anhängen lassen. Da es aber zu klein ist, um das Thier ganz zu bekleiden, so werden mehrere über einander geschoben. Noch complicirter wird dies Kleid bei andern Sackträgern, die auf Nadelbäumen leben. Nachdem einmal das Verlangen nach einer fremden Hülle erweckt, können sie die Sache unmöglich anders anstellen, als daß sie die Nadeln reihen- oder auch stoßweise zu einem Sack zusammenspinnen, während wieder der Grasmotte (Fig. 24 A) keine andere Wahl gelassen ist, als von den

Fig. 23.
Exotische (Sackträger?)-Raupen.

[illegible]

Fig. 26.
[illegible]

Fig. 27.
[illegible]

[illegible] Sie besteht (Fig. 28) aus drei Th[illegible] aus den paarigen Speicheldrüsen, aus dem eigentlichen S[illegible] und dem Speichelgange. Die Speicheldrüsen sind bald gerade gestreckte, bald zickzackförmig gekrümmte oder bei größerer Länge auch schlangenartig aufgewundene Schläuche (a) [illegible] in ein mehrfach Schlängelnd (b) übergehen, von dem [illegible] der kleine Ausführungsgang gerade zur Unterlippe hin[illegible] Ihren feineren Bau hat erst neulich F. Heim in der [illegible] die wissenschaftliche Zoologie sehr eingehend studirt. [illegible] eigentliche Drüsenschichte, in- und auswendig von einem dü[illegible] Hautstein bekleidet, besteht aus überaus großen polyedri[illegible] Zellen mit viel verzweigten Kernen, von denen je ein [illegible] das Licht aufnehmen. Oben am Ausführungsgang hängen [illegible] noch kleine bereits von Herold gekannte Traubendrüsen [illegible] eine Combination, wie sie ja auch den Spin[illegible]

noch wichtiger, daß, gewisse Ausnahmen abgerechnet, die Größenabnahme der angewendeten oder richtiger der zu Gebote stehenden Materialien nothwendig auch eine Complication eine Vervollkommnung des Bauverfahrens hervorruft.

Und sollte das, was für die Laubbaukunst richtig ist, auf die Erd-, Stein- und Holzbaukunst nicht gleichfalls Anwendung finden? Es muß doch, um nur Ein Beispiel herauszugreifen, die Wohnung, welche ein Kerf in ganz losem Sand sich bereitet, nothwendig anders ausfallen als jene, welche in einem zähen Erdreich gegraben wird. Oder, auf ganz concrete Fälle angepaßt, es wäre dem im ersteren Material zur Welt kommenden Ameisenlöwen ganz unmöglich, einen offenen Schacht zu graben, und umgekehrt brächte die Erdbiene im lockeren Sande keine ordentliche Gallerie zu Stande.

Wenn aber, im Allgemeinen wenigstens, die Verschiedenartigkeit der Baustoffe auch eine Verschiedenartigkeit der Baumethoden und der Baustyle mit sich bringt, welche Thiere sollten dann Mannigfaltigeres vollbringen als die Kerfe? Es ist nämlich nicht zu viel, zu sagen, daß die Insekten, vermöge ihrer universellen Verbreitung, mit Allem bauen können, was die Natur überhaupt an baufähigem Material hervorbringt. Wie vielfältig sind fürs Erste die einzelnen Bestandtheile der Pflanzenwelt! Und dies Alles steht dem Insekt für seine Industrie in beliebiger Auswahl zur Verfügung. Was kann es nicht schon mit den Blättern allein, dann mit der Rinde, dem Splint, dem Holz, ja selbst mit den Samen anfangen? Ja, das Pflanzenreich liefert dem Kerf auf Schritt und Tritt so vielerlei und so geeignete, gleichsam eigens für dasselbe erdachte und gemachte Materialien, daß man nicht darüber staunen darf, daß die Insekten so viel Industrie haben, sondern vielmehr darüber sich

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

nicht für echte Thiere gelten lassen wird, ihren nackten festsitzenden Körper, gleichfalls mit allerlei fremden Thierskeletten bepanzert und bespickt zeigen, was aber, da diese Geschöpfe keinerlei Greifwerkzeuge und auch — trotz ihres Entdeckers Häckel Versicherung — beim Mangel jedweden Nervensystems unmöglich auf Grund von „psychischen Funktionen" zu solchen Handlungen veranlaßt werden können, nur den schlagenden Beweis liefert, daß manche scheinbar höchst kunstvoll ausgeführte Dinge gewissermaßen sich von selbst machen.

Aber unsere kleinen Architekten finden nicht allein in ihrer nächsten Umgebung jenes Baumaterial, das ihrer jeweiligen Natur am angemessensten ist, ihr Organismus selbst zwingt ihnen mancherlei Stoffe auf, die theils unmittelbar zum Bauen geeignet, theils als Hilfsmaterialien von unschätzbarem Werthe sind. Oder warum sollte unsere Stockbiene, wie viele ihrer Stammverwandten, mit fremden Materialien bauen und die zum Modelliren ihrer Zellen unübertrefflichen Wachsplättchen, die sie ohnehin, weil sie ihr hinderlich, mit den Beinen vom Bauche fortnehmen muß, unbenutzt wegwerfen? — Wie verlockend ist es ferner für manche Andere, den klebrigen Speichel als Bindemittel zur Verkittung verschiedener loser Theile anzuwenden, die z. Th. wohl schon von ungefähr, wenn sie mit diesem Secret benetzt werden, zusammenbacken. Ebenso begreiflich ist es, daß die Läuse, die Florfliegen und Andere, welche einen ähnlichen Kittstoff aus den Geschlechtsdrüsen absondern, denselben unwillkürlich dazu gebrauchen, ihre Eier theils unmittelbar, theils an langen, aus jenem fadenziehenden Klebstoff gebildeten Stielen (Fig. 38) an den geeigneten Plätzen festzumachen.

Wir haben den Kerfspeichel als ein bedeutsames Baumaterial hervorgehoben, und daran wird auch Niemand etwas mäkeln können, der einmal einer Wespe zugesehen, wie sie

[illegible], um dem Strome zu widerstehen, und er [illegible] schon beinahe am Ziele, als ihn ein in der Nähe herabfallender [illegible] erschreckte, worauf er, seine Last im Stiche lassend, [illegible] dahon flog.

Es sind aber nicht die aus der festesten und zähesten Materie hergestellten Gliedmaßen allein, welche die Kerfe [illegible] so complicirten mechanischen Verrichtungen geschickt machen, denn diese besitzen, von den Wirbelthieren ganz abgesehen, ja auch andere Arthropoden, wie die Krebse und Spinnen, sondern was speciell die Insekten zu einer so bewunderungswerthen Industrieentwicklung befähigte, das war eben die glückliche Harmonie aller wirksamen Theile und die in ihrem Wesen liegende Möglichkeit, sich [illegible] ganz specifische und bestimmte Arbeitsleistungen umzuwandeln, womit wir denn beim zweiten Punkt unserer Betrachtungen.

Jeder von den Lesern hat wohl einmal, und nicht ohne Verwunderung, einem Bildhauer zugesehen, wie er oft [illegible] nichts Anderem als mit seinen Fingern — den einzigen [illegible] kommenen Handwerkszeugen, die uns von der Natur [illegible] liehen — einem Klumpen Thon die complicirtesten und [illegible] gefälligsten Formen gab, wie wir sie mit all den mannigfaltigen Instrumenten, den Sticheln, Spaten, Kerbhölzern, Hohleisen u. s. f., welche zur Bequemlichkeit des Modellirens erfunden sind, nicht „rund und fertig" brächten.

Eine durch natürliche Geschicklichkeit, Nachahmung und Uebung erworbene „Fingerfertigkeit" kann aber nicht [illegible] bei uns, sondern auch bei den Kerfen den Mangel der künstlichen Hilfsmittel ganz wohl ersetzen, wie wir ja von den berühmtesten Kerfarchitekten, den Bienen, wissen, daß sie zur Formung ihrer mit Recht angestaunten Wachszellen im Grunde genommen keine andern Werkzeuge anwenden, als

mehr aber auch, nachdem der sekundäre an Stelle des primären Stoffes gesetzt ist, leicht entbehrt werden könnte. —

Aber wenn auch die Wachsbaukunst nicht direkt aus der Spinnbaukunst sich entwickelt hätte, so ist letztere doch in andern Fällen das Sine qua non der Bauindustrie.

Man ziehe eine Kärderlarve gewaltsam aus ihrem Futteral heraus und lege sie wieder in das Gefäß mit Wasser, in das man zugleich eine Menge kurzer Streifen aus steifem Kartenpapier hineinwirft. Die Larve fühlt sich jetzt unbehaglich in ihrer Blöße, sie ergreift mit ihren Beinen einen Papierstreifen nach dem andern, bringt sie in die geeignete Lage und macht so ein neues Gehäus. Wäre dies aber möglich ohne den freilich fast unsichtbaren Spinnfaden, der ihr wie ein von einem aufgehängten Knäuel sich abwickelnder Garn aus dem Munde läuft, und mit dem sie vermöge geschickter Kopf- und Körperbewegungen die losen Papierstücke theils am Körper anbindet, theils auch unter einander verknüpft?

Schöne Exempel, was für artige und complicirte Sachen die Kerfe mit ihrem Naturzwirn zu Stande bringen, geben beistehende Bilder. Das erste (Fig. 26) zeigt ein Eichenlaub, das sich ein Wickler von der Seite her zur Hälfte eingerollt. Dies zu thun heftet er eine Reihe von Fäden an das einzurollende Blattstück und spannt sie gegen den flachen Blatttheil herüber, wo er sie anleimt. — Die zweite Figur (27) zeigt uns ein Stück eines Weidenblätterbüschels. Die einzelnen Blätter sind mit beiden Rändern nach innen gegen die Mittelrippe gerollt. Um aber dem ganzen Laubcomplex mehr Halt zu geben, umwickelt ihn die Raupe mehrmals freilich oft höchst unordentlich mit ihrem Bindfaden.

Wenn aber der Spinnstoff in der gesammten Kerfindustrie eine so wichtige Rolle spielt, so wird sich der Leser gewiß

Geräthschaften eben von einer ganz exceptionellen un
Art sind.

Wie aber die Bienen ihre specifischen Modell
haben, so haben die Borkenkäfer je ihre besonder
schneide-Instrumente, die Blattschneider ihre eigenen
u. s. w., und so muß denn also die große Manni
der verschiedenen Industriewerkzeuge nothwendig a
große Mannigfaltigkeit der Industrieartikel hervorruf

Wir mußten oben der Hummel die Fähigkeit ab
Bienenzellen zu bauen. Sie kann dies aber nicht b
hold nicht, weil ihre Kiefer nicht die zum Glätten des
erforderliche Beschaffenheit haben, sondern auch, weil ih
Kopf nicht in eine Bienenzelle hineinginge, und we
manche andere Werkzeuge, wie z. B. die Beine und
welche theils zum Sichhalten, theils zur richtigen An
und Musterung der Bauobjecte dienen, vielleicht n
Eignung besitzen, wie sie zur Herstellung von Bienen
unbedingt nothwendig. Mit andern Worten, es ist n
das einzelne Glied, das specifische Handwerkszeug,
die Architektur und überhaupt das physische Gesammt
eines Kerfes bestimmt, sondern die Gesammtorganisat
Gestalt- und Größenverhältniß aller einzelnen äußere
welche es mit sich bringt, daß Kerfe von anscheinend
stimmendem Bau dennoch jedes in seinen Arbeiten und Le
mehr oder weniger originell erscheint.

Würden wir aber in jedem einzelnen Falle genau
wozu dieses und jenes Hilfsorgan am besten angepaßt
Art von Thätigkeit ihm also am angemessensten ist, so
wir uns wahrscheinlich nicht mehr darüber verwundern,
die einzelnen Insekten bei ihren industriellen Unterne
gerade so und nicht anders verfahren.

eigenthümlich. Das eigentliche Spinninstrument liegt an der Vereinigungsstelle der Drüsenkanäle und ist nach Helm ein zweiläufiges Chitinrohr mit einem beweglichen Boden (e), der durch eigene Muskeln gehoben und gesenkt werden kann. Durch diesen Fadenzieher, wie wir die Vorrichtung nennen, hat es die Spinnerin in der Hand, die Dicke und auch z. Th. die Form des Doppelfadens zu reguliren. Die sog. Spule, d. h. das hohle Chitinröhrchen der Unterlippe (sp) ist weiter nichts als ein beweglicher Leitungskanal, durch welchen der bereits definitiv geformte Faden hervorkommt.

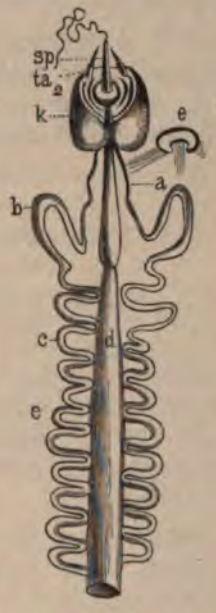


Fig. 28.
Spinnorgan von Saturnia pyri.
d Darm, e Spinndrüsen.

Die Spinndrüsen sind zwar schon an der jungen Raupe vorhanden und werden vielfach auch schon von ihr in Anspruch genommen, ihr Wachsthum bis zum vollendeten Alter ist aber kein gleichmäßiges, sondern ein beschleunigtes. Beim Seidenspinner z. B. sind die Spinndrüsen an der ausgeschlüpften Raupe nach Helm fast genau so lang wie der Körper, beim spinnenden Thier aber fast 5mal so lang und relativ auch viel dicker. Am besten drückt sich dieses ungleichmäßige Wachsthum der Drüsen am Verhältniß ihres Gewichtes zu dem des Körpers aus. Während z. B. bei der jungen Raupe auf 100 mgr. Körpergewicht nur circa 3 mgr. Drüsengewicht kommt, sind es bei der ausgewachsenen nicht weniger als 39,

indem auf ein Nettogewicht der Raupe im Betrag von circa 1366 mgr. 541 mgr., also ungefähr der dritte Theil allein auf die Drüsen entfällt.

Das noch weiche Secret der Spinndrüsen ist bekanntlich von gummiartiger Beschaffenheit und besteht nach Mulder bei der Seidenraupe aus folgenden in ihren Gewichtsverhältnissen aber etwas schwankenden Substanzen:

Seidenfaserstoff	53.67
Leim	20.66
Eiweiß	24.43
Wachs	1.39
Farbstoff	0.05
Fett und Harz	0.10

Uebrigens hängt seine chemische Natur von der Nahrung weit weniger ab, als man meinen könnte, indem z. B. der Bombyx Pernyi, gleichgiltig, ob man ihn mit Eichen- oder Buchenlaub füttert, eine ganz ähnliche Seide wie die Maulbeerraupe liefert.

Wichtiger als die Materialien, welche der Kerfindustrie zu Gebote stehen, sind aber die Werkzeuge, womit sie bearbeitet werden.

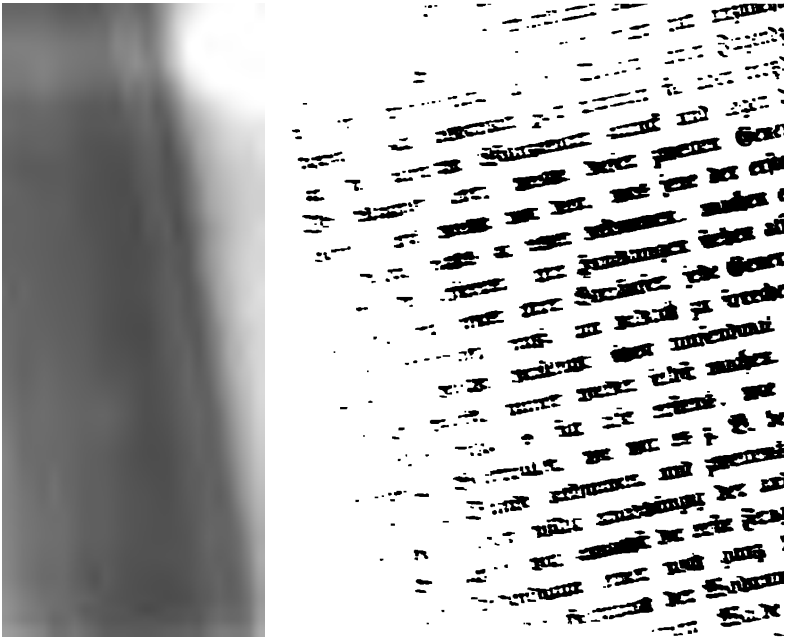
Oder was nützte etwa den laubhüttenbauenden Ameisen der Tropen der reichstbeblätterte Baum, wenn sie nicht im Stande wären, das Laub desselben zu erreichen, loszutrennen und gehörig zuzurichten?

Schon dieses Beispiel lehrt uns hinsichtlich der technischen oder mechanischen Befähigung der Kerfe zum Industriebetriebe Zweierlei unterscheiden: Erstens die allgemeinen Betriebsmittel, d. h. jene, welche alle mit mechanischen Leistungen sich abgebenden Thiere haben müssen, und dann die specifischen Industriegeräthe, d. h. jene

eigenthümlichen Werkzeuge, wodurch sie zu einer ganz bestimmten Thätigkeit oder zu einem besonderen Handwerk befähigt werden.

Was nun in diesem Stücke von den Kerfen zu halten, glauben wir im ersten Theil unseres Werkes ausreichend erörtert zu haben: Die Insekten sind nicht bloß zu mechanischen Arbeiten in hohem Grade geschickt, sie sind, äußerlich betrachtet, ja selbst Maschinen, d. h. starre, solide, höchst widerstandskräftige Körper, ausgerüstet mit den verschiedenartigsten Hebelwerken und einem unendlich intensiven und vielseitigen Orientirungssystem.

Von größtem Belang für die allgemeine Arbeitstüchtigkeit und Arbeitsgeschicklichkeit der Kerfe, worin sie in der gesammten Thierheit unerreicht und unerreichbar dastehen, ist aber vor Allem ihr Locomotorium und ihre Mundausrüstung. Die Vögel werden allgemein und, wie ihre Nestbauten zeigen, auch mit Recht als sehr vollkommene Organismen betrachtet, und doch ist das nächstbeste Insekt ein weit besserer und vielseitigerer Mechaniker. Nehmen wir z. B. eine Grabwespe. Kerfe tödten und sie den Jungen heimtragen, kann freilich auch der Vogel. Es fehlen ihm aber die Füße, um verhältnißmäßig so tiefe Löcher in die Erde zu graben, um darin die Jungen sicher aufzubewahren, und es fehlen ihm auch die Werkzeuge und zudem auch die Kräfte, um überhaupt so herkulische Arbeiten zu verrichten. So sahen wir jüngst einer Sandwespe zu, die eine nackte Raupe von mindestens fünfmal so großem Gewicht einen Abhang hinaufschleppte, dessen sandiger Boden in einer langsamen Rutschbewegung begriffen war, welche mehrere starke Käfer mit sich fortriß. Fest umklammerte aber der Mörder abwechselnd mit dem rechten und linken Vorderbein seine Beute von unten her, während die übrigen fünf Füße sich fest an-



eigenthümlichen Werkzeuge, wodurch sie zu einer ganz bestimmten Thätigkeit oder zu einem besonderen Handwerk befähigt werden.

Was nun in diesem Stücke von den Kerfen zu halten, glauben wir im ersten Theil unseres Werkes ausreichend erörtert zu haben: Die Insekten sind nicht bloß zu mechanischen Arbeiten in hohem Grade geschickt, sie sind, äußerlich betrachtet, ja selbst Maschinen, d. h. starre, solide, höchst widerstandskräftige Körper, ausgerüstet mit den verschiedenartigsten Hebelwerken und einem unendlich intensiven und vielseitigen Orientirungssystem.

Von größtem Belang für die allgemeine Arbeitstüchtigkeit und Arbeitsgeschicklichkeit der Kerfe, worin sie in der gesammten Thierheit unerreicht und unerreichbar dastehen, ist aber vor Allem ihr Locomotorium und ihre Mundausrüstung. Die Vögel werden allgemein und, wie ihre Nestbauten zeigen, auch mit Recht als sehr vollkommene Organismen betrachtet, und doch ist das nächstbeste Insekt ein weit besserer und vielseitigerer Mechaniker. Nehmen wir z. B. eine Grabwespe. Kerfe tödten und sie den Jungen heimtragen, kann freilich auch der Vogel. Es fehlen ihm aber die Füße, um verhältnißmäßig so tiefe Löcher in die Erde zu graben, um darin die Jungen sicher aufzubewahren, und es fehlen ihm auch die Werkzeuge und zudem auch die Kräfte, um überhaupt so herkulische Arbeiten zu verrichten. So sahen wir jüngst einer Sandwespe zu, die eine nackte Raupe von mindestens fünfmal so großem Gewicht einen Abhang hinaufschleppte, dessen sandiger Boden in einer langsamen Rutschbewegung begriffen war, welche mehrere starke Käfer mit sich fortriß. Fest umklammerte aber der Mörder abwechselnd mit dem rechten und linken Vorderbein seine Beute von unten her, während die übrigen fünf Füße sich fest an-

Regen vollständig nicht? Sie wird naßgeschwitzt werden, sie wird sich [illegible] zu einem Teile zu entfernen bemühen, und wenn sie etwa gelegentlich an der Unterseite des Blattes kommt, wo sie vom Regen verschont, aber gar nichts sieht, so wird sie so lange hier bleiben, bis sie andere Individuen wieder auf die Oberseite treiben. Und wenn sie jedesmal, wenn es regnet, [illegible] Verschiebung machte, so wäre es nicht auch denkbar, daß sie, ohne sich erst allzu durchnässen zu lassen, also schon bei den ersten Tropfen ihre Sinne wahrnehmenderen Vorboten des Regens, wenn ihr natürlicherweise Obdach sich darbietet. Das [illegible] erscheint, aber die Tatsache?? Nun, wir wollen sehen.

Wenn eine Raupe an einem Balkon weidet und, indem sie dort [illegible], einen Zweig zu sich herunterbringt, so wird hierbei [illegible] an eine übernatürliche Hilfe denken. Und [illegible] es bei einer Raupe, die auf der Mitte des Blattes sitzt, während die Spitze ihrer Rand erfassen, nicht vorkommen, oder wollte der Leser doch nicht schon selbst beobachtet haben, daß [illegible] durch das Gewicht des daran hängenden Körpers umgeschlagen und vielleicht durch den gleichzeitig sich entfernenden Bewegungsapparat auch [illegible] wurde; ja, kann es bei der [illegible] Verhältnis., wie die Raupe [illegible], nicht auch geschehen, daß gewisse Raupen beim Fressen regelmäßig den Rand umbilden, und daß es schließlich, wenn er längere Zeit in dieser Stellung gehalten wird, für später nicht mehr verändert; oder kann nicht vielleicht auch das erfolgen, daß sich das Blatt in Folge der Art und Weise, wie es angefressen oder durch die Exkremente beschmutzt wird, so zu sagen „von selbst" aufrollt?

Und wenn man eine solche Raupe, so oft sie „aus Zufall" in eine Düte gekommen ist, vom Regen (oder anderen Schädlichkeiten) verschont hielt, während sie, wenn sie auf dem flachen Blatte liegt, dann herumkriecht wird, kann sie, gleich den

jene, welche auch andere und völlig industrielose Insekten besitzen, nämlich die Kinnbacken.

Der Vergleich der Bienenkiefer mit unsern Fingern ist aber doch nicht ganz zutreffend. Erstere Instrumente gleichen den letzteren zwar darin, daß sie zu sehr verschiedenen Arbeiten geschickt sind, indem sie nicht bloß zum Greifen, Halten, Bohren, Glätten u. s. w. angewendet werden können; sie unterscheiden sich aber wesentlich dadurch, daß sie nebst ihrer Eignung zu diesen allgemeinen Verrichtungen, wie sie mehr oder minder alle Kerfkiefer zu Stande bringen, vermöge ihrer ganz specifischen und durchaus originellen Form noch die Befähigung zu einer ganz besonderen Leistung besitzen, wie sie weder unsere Finger, noch die Kiefer oder irgend welche Organe anderer Insekten und Thiere überhaupt verrichten könnten. Oder ist der geschickteste Modelleur im Stande, eine Bienenzelle mit den Fingern zu formen; ja, vermag dies selbst eine Hummel, deren Kiefer von den Modellirinstrumenten der Bienen nur in ganz nebensächlichen Dingen sich unterscheiden? Warum aber speciell die Hummel dies nicht zu Wege bringt, zeigt eine genauere Vergleichung der genannten Werkzeuge. Oberflächlich gleichen sich zwar Bienen- und Hummelkiefer ganz und gar. Beide haben die Form eines zum Modelliren wie geschaffenen „Hohl- und Schabeisens". Bei der Biene ist aber der freie Rand, d. h. die schneidende und schabende Kante ganz eben zugeschnitten und gibt also, wenn sie schief über das Wachs gezogen wird, eine vollkommen glatte Fläche, während der Hummelkiefer einige ziemlich tiefe Kerben (Ueberreste der Zähne!) besitzt, welche die Schabfläche ritzen und rauh machen.

Die Biene hat also nicht deshalb ihre ganz aparte und besondere Industrie, weil sie zu diesem Behufe überhaupt sehr taugliche Instrumente besitzt, sondern weil ihre einschlägigen

[illegible] als große Verschiedenartigkeit als Uebereinstimmung [illegible]. Der Grund kann ich aber kein anderer als die [illegible] große Verschiedenartigkeit der unser ganzes Thun be[illegible] [illegible] Bedingungen, welcher der Kulturmensch bei der Gedankenlosigkeit [illegible] Schritt ausgesetzt ist; denn bei Volksstämmen mit ganzen Völkern, welche noch auf einer niedrigeren Stufe der Entwickelung stehen, nimmt auch das Leben der auf einander folgenden Geschlechter einen viel einförmigeren Verlauf. Der Leser stelle sich aber einmal vor, daß zwei von einander abgeschiedene Individuen ungefähr mit Einschluß der Natur durch Vergangenheit dieselbe Organisation besitzen und daß sie ungefähr unter den gleichen äußeren Bedingungen lebten, würde denn nicht auch ihre ganze Thätigkeit ungefähr dieselbe sein?

Doch mag mehr vorausgesetzen wollen, als zu unserem Beweise nothwendig ist. Hier handelt es sich ja nicht um ganzen deutschen Lebensläufe, nicht um die Uebereinstimmung in allen Gliedern einer unabsehbaren Reihe von Lebensakten, sondern nur um die Congruenz einer einzelnen Lebensverrichtung.

Nun denke der Leser an unsere Raupen. Eine einfache Vergleichung der Generation A mit der Generation B wird ihm lehren, daß sie körperlich von einander kaum, ja auch gar nicht zu unterscheiden sind, und von dieser Seite aus wird er nicht läugnen, daß das rein physische Können oder Vermögen bei beiden dasselbe ist, daß somit das, was die erste Brut leistet, auch von der zweiten verrichtet werden kann.

Aber die äußeren Veranlassungen? Nun, könnten die identischer gedacht werden? Die Raupen B kommen, Dank der Fürsorge der aus den Raupen A sich entwickelnden Mütter, genau an derselben Stelle, d. h. auf der nämlichen Pflanze und meist auch auf den gleichen Theilen der Pflanze wie die letzteren zur Welt.

B. Die natürlichen Veranlassungen, die Veränderung und Entwicklung der Bauindustrie.

Bei dem bekannten Experimente, wo man einem enthirnten Frosch in die Waden kneipt, worauf die Schenkel sofort zusammenzucken, fällt es Niemanden ein, daran zu zweifeln, daß die Zusammenziehung der Schenkelmuskeln lediglich die unmittelbare und nothwendige Folge oder Reaktion auf den applicirten äußeren Reiz ist, d. h. man glaubt nicht, daß die Froschmuskeln sich contrahiren, um vielleicht durch die dadurch erzeugte Bewegung der Beinhebel die Reizursache zu entfernen, sondern man ist überzeugt, daß sie sich zusammenziehen, weil sie sich gemäß ihres ganzen Nerven- und Muskelmechanismus' zusammenziehen müssen, und zwar mit derselben Nothwendigkeit, wie etwa ein Metallstab sich verkürzt, wenn man ihn der Kälte aussetzt.

Das aber, was hier von den äußeren Lebensbethätigungen eines einzelnen thierischen Organes gilt, das gilt von den Handlungen jedes Organismus, ja vom Leben der gesammten Thierwelt. Alles, was die Thiere unternehmen und verrichten, thun sie, streng genommen, weder willkürlich noch aus irgend welcher rein inneren Nöthigung, d. h. instinctiv, sondern sie thun es deshalb, weil sie durch die äußeren Umstände dazu gezwungen sind, und sie thun es gerade so und nicht anders, weil einer bestimmten Summe und Combination von äußeren Einwirkungen oder Reizursachen auch eine ganz bestimmte Folge von Reaktionen oder Veränderungen des beeinflußten Organismus entspricht.

Diese Reaktionen, diese Gegenwirkungen eines lebendig Thätigen auf die Außenwelt werden aber um so energischer, vielseitiger und mannigfaltiger ausfallen, je intensiver und ver-

detaillirte Plan zu einer gewissen complexen Verrichtung übertragen wird — und an einer solchen auch von Darwin vertretenen Anschauung wird man mit Recht Anstoß nehmen —; es geschieht nichts anderes, als was bei uns auch geschieht, nämlich es werden bloß die die betreffenden Handlungen executirenden Organe vererbt, aber eben unter solchen Umständen, daß diese gleichen Organe auch jedesmal unter den gleichen Anregungen zur gleichen Action angetrieben werden.

Zur gleichen Action?

Die Entwicklungsmethode dieser interessantesten aller biologischen Fragen hat uns dazu verleitet, mehr anzunehmen, als man annehmen darf, nämlich zu behaupten, daß die ihr Centralorgan theils direkt, theils indirekt beeinflussenden Reize vollkommen identisch seien. In Wirklichkeit sind sie sich nur mehr oder weniger ähnlich, und mehr können also auch, das müssen wir selbst einräumen, die Resultate nicht sein.

Aber gerade hier wird es offenbar, daß die aus den natürlichen Vorbedingungen der Kerfindustrie aprioristisch erschlossenen Thatsachen richtiger sind, als jene, welche uns die mit einer vorgefaßten Meinung an die Beobachtung gehenden Forscher, wie sie sagen, genau nach der Natur und Wirklichkeit beschreiben.

Während nämlich sie behaupten, daß die Kerfe — im schreienden Gegensatze zu uns — immer das Gleiche thun, können wir beweisen, daß sie sehr verschieden verfahren, nur aber in demselben Grade weniger verschieden als wir, als die sie bestimmenden inneren und äußeren Anregungen weniger verschieden als bei uns sind.

Das folgende Beispiel muß einstweilen statt vieler dienen.

Auf der Birke lebt ein goldgrüner Rüsselkäfer, der für jedes seiner Eier eine gar artige Laubdüte webt. Zu dem

Doch der Leser kann billig von uns verlangen, daß wir das, was wir da im Allgemeinen behauptet, ihm wenigstens an einem einzigen Falle anschaulich und begreiflich machen. — Aber hier ist es genau so wie bei der Frage nach der Entstehung und Umbildung der Organismen selbst. Im Ganzen läßt es sich aussprechen, daß sie nichts Anderes als das Resultat der Gesammtheit aller jeweiligen wirksamen Ursachen sind, im Detail aber nicht ausführen und streng beweisen, und dies einfach deshalb nicht, weil wir nicht alle Faktoren genau wissen und überhaupt nicht wissen können, die das, dessen Werden wir erklären sollen, bewirkt haben. Denn um das thun zu können, müßten uns nicht allein jene Ursachen bekannt sein, welche gegenwärtig darauf Einfluß nehmen, sondern wir müßten auch die kennen, die seit seinem Werden thätig waren, kurzum, es müßte uns das ganze Vorleben, die Summe aller Antecedentien der betreffenden Thiere bekannt sein.

Aber es ist doch schon genug bewiesen, wenn wir zeigen, daß unsere Thesis mit keiner einzigen unserer Beobachtung zugänglichen Erscheinung im Widerspruche ist, und wenn wir andererseits evident machen können, daß die Ansicht unserer Gegner, daß nämlich die meisten Handlungen der Kerfe theils aus einem inneren Thatenzwange, d. i. dem Instinkt, theils aus völlig freier Selbstbestimmung hervorgehen, allen diesen Thatsachen, welche zu Gunsten unserer Anschauung sprechen, widerstreitet.

Versuchen wir es nun, die Sache an einigen Beispielen ins gehörige Licht zu setzen.

Die industriellen Unternehmungen und insbesondere die bildnerischen Thätigkeiten der Kerfe — denn von diesen ihren Lebensäußerungen ist ja hier die Rede — lassen sich in Bezug auf den zeitlichen Zusammenhang ihres Geschehens in zwei Abtheilungen bringen.

andern glich, und zwar weder der Form noch ihrer Lage resp. ihrer Erzeugung nach. Die einen waren mehr oder weniger gelungene Walzen, andere eben solche Kegel; die einen hingen am Rande und waren nur aus einem seitlichen Blattausschnitte gemacht, ähnlich wie bei Fig. 30, andere hingen näher der Mittelrippe. Die Durchschneidungslinie aber besaß alle nur erdenklichen unregelmäßigen, mehr weniger zickzackförmigen Formen,

Fig. 31.
Trommelartige Blattrollen eines Eichenrüßlers (Attelabus curculionides).
Nat. Gr.

niemals aber war sie weder eine scharfe Gerade noch eine regelmäßige Curve. Das Interessanteste war jedoch die Beobachtung, daß manche dieser Birkenrüsselkäfer — und zwar gilt dies stets von einer und derselben Art — sich gar nicht die Mühe nehmen, das Blatt entzwei zu sägen, sondern die Düte auf die nämliche primitive Art wie die meisten blattwickelnden Raupen durch Einrollen des gesammten Blattes herstellen, oder, was aber eine seltenere Erscheinung

ausschließlich nur eine Folge der durch seine Natur begründeten Unlust gegen die Nässe sei, welche ihn unter dem einen Baum weniger belästigte als unter jenen, durch welche er früher hingeschritten?

Und wenn er nun ferner theils mittelst der Augen, theils mittelst der Tastorgane oder Finger die unwillkürliche Beobachtung machte, daß der für ihn günstigere, d. h. angenehmere Baum dichtere Zweige und reichere Blätter als die umstehenden Bäume habe, und wenn sich diese Beobachtung sehr oft und jedesmal wiederholte, wenn er während eines Regens im Walde ist, können dann die einander stets in derselben Ordnung sich folgenden und sich häufenden Vorstellungen einerseits des Wenigernaßwerdens und andererseits des Dichterbeblättertseins in seinem Reizapparat nicht jenen Zustand hervorbringen, als dessen uns wahrnehmbares und absolut nothwendiges Resultat die Combination oder Association jener Vorstellungen oder der Schluß herauskommt, daß das Wenigernaßwerden dem oder, was dasselbe ist, aus dem Mehrbeblättertsein folge?

Würden wir es dann weiters nicht als eine nothwendige Consequenz aus dem Vorausgegangenen betrachten, wenn dasselbe wasserscheue Individuum, so oft es später, d. h. nach diesen Erfahrungen und Erkenntnissen im Walde dem Regen ausgesetzt ist, sich nach einem dichtbelaubten Baum als Unterstandsort umsähe, oder wenn es schließlich gar — durch gewisse andere Erscheinungen, z. B. durch zufällig losgerissene Aeste u. dgl. belehrt — auf die „Idee" käme, sich ein künstliches Laubdach zu bereiten?

Sollte nun das Gesagte, mutatis mutandis, nicht auch von den gewissen Gewohnheiten der blattwickelnden Raupe gelten?

Stellen wir uns dieselbe vor, bevor sie diese Gewohnheit besaß, aber zu einer Zeit, wo sie bereits auf Blättern lebte. Was wird, ja muß geschehen, fragen wir, wenn sie vom

Zu Fig. 33.

Schematische (im Einzelnen aber völlig naturgetreue) Zusammenstellung der wichtigsten Methoden der Baumminirer.

Unten der Stamm im Längsschnitt. Man sieht die borkige Rinde, die (weiß gehaltene) Cambiumzone, ferner den Splint, die eigentliche Bastschichte und endlich den Holzkörper.

Oben ist der Stamm, bis auf den Bast, worin die meisten Minen verlaufen, entrindet; nur bei d und u' ein Stück Borke zur Demonstrirung der „Fluglöcher".

a Hylobius abietis, großer brauner Rüsselkäfer (Kieferwurzeln canellirend).
b Pissodes notatus, kleiner brauner Rüsselkäfer (mit schönen Bastwiegen).
c „ herzynias, Harzrüsselkäfer.
d Eccoptogaster destructor, Birkensplintkäfer (Bohrlöcher auf der Rinde).
E Dasselbe im Durchschnitt. β Bohrloch, μ Muttergang, λ Auswurfsloch, w Wiege (im Splint).
e Eccoptogaster multistriatus, Pappelrindenkäfer.
f „ rugulosus, Pflaumenbaumrindenkäfer.
g, g' Hylesinus fraxini, bunter Eschen-Bastkäfer (mit theils wagarmigen, theils gabeligen, theils ganz unregelmäßigen Gangsystemen).
g'' „ minor, kleiner Kiefern-Bastkäfer.
g''' „ micans (Fraßräume von der Fläche).
g'' „ piniperda (Borkenwiege im Durchschnitt).
h Bostrichus chalcographus, 6zahniger Borkenkäfer (mit regelmäßigen Sterngängen).
i „ curvidens, kammzahniger Tannenborkenkäfer (mit unregelmäßigen Sterngängen).
k „ bidens, 2zahniger Kiefernborkenkäfer (mit ganz unregelmäßigen Gangsystemen).
k' „ dispar (mit unvollkommenem Holzschachtsystem).
k'' „ lineatus (mit sehr vollkommenem, leiterartigem Holzschachtsystem).
l Saperda populnea, Aspenbock.
m Rhagium indagator, Zangenbock (unregelmäßige Splintstraßen mit großen Fluglöchern).
n Cossus aesculi, Blausieb-Raupe (n' Auswurfsloch, n'' Loch, das ein Specht ausgehackt).
o Sesia apeciformis, Glasflügler.
p Formica ligniperda, Ameisenbau im Holz.
q Ceridomyia salicis, Weidenruthen-Gallmücke.
r Cattidium variabile (unter Kirschbaumrinde).
s Cryptorhynchus lapathi, Erlenrüsselkäfer.
— —ridium insubricum, Ahornbock.
— —rda Carcharias, großer Pappelbock (u' Bohrlöcher).
— —mbyx linearis (in Haselruthen).
— —is amputator, zweistediger Zimmerschröter (Rinde und Splint ringförmig umschneidend).

entstehenden Rüßler (der zweiten Generation) im Durc
schnitt vollkommener als die der ersten, jene der dritt
wieder vollkommener als die der zweiten u. s. w. arbeit
und wenn wir, was wir können, auch annehmen, daß
Ur-Blattroller höchst unvollkommen und roh verfuhr
und ferner annehmen, was wir müssen, daß seither
Operation der Auslese des Besseren von der Natur sch
oftmals vorgenommen wurde, so sehen wir nicht bloß
warum die heutigen Blattarbeiter relativ so viel Kunstfert
keit entfalten; man könnte sich sogar darüber verwunde
daß sie es in dieser langen Zeit nicht schon weiter gebr
haben, wenn man nicht wüßte, daß es ihnen, ihrer beschränk
Existenz halber, an der Gelegenheit fehlte, sich vielseiti
auszubilden.

Sowie aber die Individuen einer Art auf einer
ungleichen Stufe ihrer Industrieentwicklung stehen, so verl
es sich und in noch weit ausgedehnterem Maße bei
schiedenen Species und Gattungen von Kerfen, die im Wes
lichen einem und demselben Handwerk obliegen.

Bei den diversen Unternehmungen in Laub und Er
in Wachs, in Papierstoff u. s. w. wird solches noch spä
nachgewiesen; besonders deutlich tritt es bei den Holzminire
hervor, und darüber wollen wir denn gleich die nöthig
Erläuterung geben.

Die Eier der Baumminirer werden theils nur äußerl
an die Rinde geklebt, theils mittelst eigener Bohrinstrume
tiefer abgesetzt, oder gar in früher ausgearbeiteten Kamme
verwahrt. Solange die ausschlüpfenden Larven noch ju
und zart sind, bleiben sie am liebsten zwischen Borke u
Cambium, d. i. in den weicheren Lagen, ja viele, wie d
meisten Borken- und Bockkäferlarven, gehen niemals wete
während andere, mit stärkeren Kiefern, in den Splint u
in das festere Holz sich hineinbeißen, was alles in Fig. 3

Und ihr übriges Leben? Es ist, so lange sie auf dem gleichen Blatte leben, so lange sie mit den gleichen Füßen sich anheften, mit den gleichen Kiefern fressen und vermöge ihres beschränkten Orientirungssystems über ihre enge Welt nicht hinauskommen, immer das Nämliche — ja, es kann, im Wesentlichen wenigstens, gar nicht verschieden sein. Nun und wenn das, was in B ist und das, was auf B wirkt, kurzum, wenn das ganze B genau so wie das A ist, warum sollte das B nicht auch dieselben Blattrollen wie das A machen? —

Doch wir wollen ohne Rückhalt reden. B wird nur dann die gleichen Wickel wie A fabriciren, wenn bei ihm an den gleichen Arbeits- oder Hebelorganen dieselben Muskelcontractionen, und zwar auch in derselben Reihenfolge wie bei A ausgeführt werden. Damit dies aber geschehe, muß erstens B genau dasselbe Reizorgan wie A haben; — denn dieses regulirt die motorischen Nervenströme — und müssen zweitens die das B beeinflussenden Reize (selbstverständlich die gleichen Perceptiv- oder Sinneswerkzeuge vorausgesetzt) dieselben wie bei A sein; denn diese lösen ja eben, unter Vermittlung des Centralorgans, die motorischen Ströme aus. — Was nun die erste Bedingung, nämlich die Gleichheit des Gehirns betrifft, so wird allgemein zugegeben, daß es, rein physisch betrachtet, bei A und B dasselbe sein kann, ja man gibt sogar zu, daß gewisse Zustände desselben, worauf die Gleichheit gewisser psychischer Eigenschaften, Neigungen, Talente u. s. w. beruhen, vererbt werden können.

Und da ferner, wie oben nachgewiesen, auch die zweite Bedingung, nämlich die Gleichheit der äußeren Reize oder Anregungen, erfüllt ist, warum soll also das Resultat nicht beidemale dasselbe sein?

Nach dem Mitgetheilten dürfen wir uns aber die Vererbung der sog. Kerfinstinkte nicht so denken, daß der ganze

[illegible] Folgen, wie [illegible] wenn man sie vom gesundheitlichen Rücksichts- ob [illegible] Stiefkinder [illegible]. Die [illegible]

Fig. 10.
Mit [illegible] [illegible] Stoge von [illegible] [illegible], nat. Gr.

[illegible] Thiere [illegible] durch einander und es [illegible] oft genug, daß der [illegible] Jahrestaumel in einem [illegible] bereits vom einen und [illegible] gestopften Raum einnimmt.

Hier muß es dann [illegible] wendig verhungern, wenn [illegible] nicht etwa mit dem [illegible] Vorgänger befreunden [illegible] Holzminirer stehen [illegible] buchstäblich genommen, [illegible] im Wege, und es mag [illegible] vorkommen, daß eine ga[illegible] in Folge dieses unsystematischen „Vorgehens" elendig [illegible] kommt oder doch in bedenklicher, selbst die Existenz [illegible] gefährdender Weise decimirt wird.

Wie ökonomisch, mit welcher „weisen Berechnung" [illegible] sichern dagegen die „sozialen Wühler", die meisten [illegible] Käfer! Ihre oft mit staunenswerther Accuratesse [illegible] gerkelten Gangsysteme sind den zerstreuten Bohr[illegible] anderer Holzzanger ebensosehr überlegen, wie etwa [illegible] kolonien der Honigbiene den einsamen Erdlöchern der [illegible] wespen.

Zu näherer Erörterung mag der Erzfeind unserer [illegible] wälder, der sog. Buchdrucker, ein Muster sein. Na[illegible] ersten, meist in den April fallenden Hochzeitsfluge bege[illegible] die Käfer alsbald auf ihre Standplätze, ja manche ha[illegible] so eilig, daß sie auf den gemeinsamen Ausflug ver[illegible] Sie bohren zunächst ein schief nach oben gehendes, schön

Endzweck schneidet er mit seinem niedlichen Scheerenmesser ein Blatt (Fig. 29) ungefähr in dessen Mitte der Breite nach,

Fig. 29.
Blattrolle des Birkenrüsselkäfers.
(Rhynchites betuleti Fabr.)
Nat. Gr.

Fig. 30.
Blattrolle eines Haselstrauchrüsselkäfers (Apoderus coryli L.).
Nat. Gr.

aber nicht geradlinig, sondern — so sagen Manche — in einer „schönen Curve" (ab) durch, verschont aber weislich die Mittelrippe. Längs der letzteren wird nämlich das abgetrennte spitze Blattende auf eine sehr simple Art vermittelst der langen Klammerbeine zusammengerollt. Die Laubspitze bildet nun einen gar artigen Tubus, der vom flachen Blatttheil herunterhängt. Erst wenn die Düte fertig ist, wird das Ei durch eine früher gemachte Oeffnung in sie hineingelegt. — Ist das nicht wundersam genug, namentlich wenn es wahr ist, daß die Blattdurchschnittslinie so regelmäßig? Wer aber letzteres behauptet, muß nie eine solche Rüsselkäferdüte gesehen haben. Wir aber sahen solche, und zwar nicht bloß eine, sondern viele Hunderte an einem einzigen Strauch, und wir haben uns überzeugt, was wir nicht anders erwarteten, daß nämlich keine der

andern glich, und zwar weder der Form noch ihrer Lage resp. ihrer Erzeugung nach. Die einen waren mehr oder weniger gelungene Walzen, andere eben solche Kegel; die einen hingen am Rande und waren nur aus einem seitlichen Blattausschnitte gemacht, ähnlich wie bei Fig. 30, andere hingen näher der Mittelrippe. Die Durchschneidungslinie aber besaß alle nur erdenklichen unregelmäßigen, mehr weniger zickzackförmigen Formen,

Fig. 31.
Trommelartige Blattrollen eines Eichenrüßlers (Attelabus curculionides).
Nat. Gr.

niemals aber war sie weder eine scharfe Gerade noch eine regelmäßige Curve. Das Interessanteste war jedoch die Beobachtung, daß manche dieser Birkenrüsselkäfer — und zwar gilt dies stets von einer und derselben Art — sich gar nicht die Mühe nehmen, das Blatt entzwei zu sägen, sondern die Düte auf die nämliche primitive Art wie die meisten blattwickelnden Raupen durch Einrollen des gesammten Blattes herstellen, oder, was aber eine seltenere Erscheinung,

durch das Zusammendrehen mehrerer Blätter (Fig. 32), welches letztere Verfahren gewissermaßen eine Copie von jenem des (schwarzen) Rebenstechers (Rhynchites betulae) zu sein scheint, welcher letztere hinwiederum gelegentlich auch das Verfahren des Birkenrüßlers befolgt. —

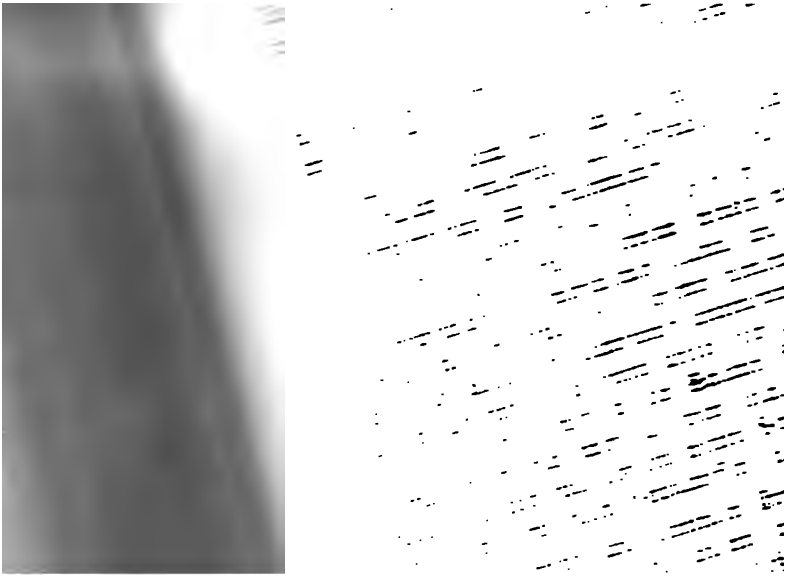
Fig. 32.
Blattrolle des Rebenstechers (Rhynchites betulae L.).

Da nun der Grund, warum die einen Individuen so genau und sorgfältig zu Werke gehen und in Folge dessen so schöne und so vollkommene Arbeiten liefern, während andere die Sache sehr roh ausführen, vielfach wenigstens nicht in der Natur des Materials oder im Mangel der nöthigen Zeit gesucht werden kann, so ist doch zur Evidenz erwiesen, daß das Bautalent bei den einzelnen Individuen Einer Art, ja selbst Einer Brut, etwas höchst Veränderliches ist.

Damit haben wir aber die natürliche Grundbedingung zur Entwicklung und Vervollkommnung aller Kerfindustrie aufgedeckt.

Wir deuten nur flüchtig an.

Von den Eiern, welche ein Birkenrüßler legt, gehen, wie Jeder zugeben muß, die meisten zu Grunde. Die größte Aussicht zu überdauern haben aber — wie Niemand läugnen wird — (ceteris paribus) jene, welche in den am sorgfältigsten gedrehten Düten liegen. Da diese nun, wie selbstverständlich, von den zu diesem Handwerk am meisten Befähigten herrühren, so werden eben die aus diesen Eiern



Zu Fig. 33.

Schematische (im Einzelnen aber völlig naturgetreue) Zusammenstellung der wichtigsten Methoden der Baumminirer.

Unten der Stamm im Längsschnitt. Man sieht die borkige Rinde', die (weiß gehaltene) Cambiumzone, ferner den Splint, die eigentliche Bastschichte und endlich den Holzkörper.

Oben ist der Stamm, bis auf den Bast, worin die meisten Minen verlaufen, entrindet; nur bei d und u' ein Stück Borke zur Demonstrirung der „Fluglöcher".

a Hylobius abietis, großer brauner Rüsselkäfer (Kieferwurzeln canellirend).
b Pissodes notatus, kleiner brauner Rüsselkäfer (mit schönen Bastwiegen).
c „ herzyniae, Harzrüsselkäfer.
d Eccoptogaster destructor, Birkensplintkäfer (Bohrlöcher auf der Rinde).
E Dasselbe im Durchschnitt. β Bohrloch, μ Muttergang, λ Auswurfsloch, w Wiege (im Splint).
e Eccoptogaster multistriatus, Pappelrindenkäfer.
f „ rugulosus, Pflaumenbaumrindenkäfer.
g, g' Hylesinus fraxini, bunter Eschen-Bastkäfer (mit theils wagarmigen, theils gabeligen, theils ganz unregelmäßigen Gangsystemen).
g'' „ minor, kleiner Kiefern-Bastkäfer.
g* „ micans (Fraßräume von der Fläche).
G* „ piniperda (Borkenwiege im Durchschnitt).
h Bostrichus chalcographus, 6zahniger Borkenkäfer (mit regelmäßigen Sterngängen).
i „ curvidens, kammzahniger Tannenborkenkäfer (mit unregelmäßigen Sterngängen).
k „ bidens, 2zahniger Kiefernborkenkäfer (mit ganz unregelmäßigen Gangsystemen).
k' „ dispar (mit unvollkommenem Holzschachtsystem).
k* „ lineatus (mit sehr vollkommenem, leiterartigem Holzschachtsystem).
l Saperda populnea, Aspenbock.
m Rhagium indagator, Zangenbock (unregelmäßige Splintstraßen mit großen Fluglöchern).
n Cossus aesculi, Blausieb-Raupe (n' Auswurfsloch, n* Loch, das ein Specht ausgehackt).
o Sesia speciformis, Glasflügler.
p Formica ligniperda, Ameisenbau im Holz.
q Cecidomyia salicis, Weidenruthen-Gallmücke.
r Callidium variabile (unter Kirschbaumrinde).
s Cryptorhynchus lapathi, Erlenrüsselkäfer.
T Callidium insubricum, Ahornbock.
u Saperda Carcharias, großer Pappelbock (u' Bohrlöcher).
v Cerambix linearis (in Haselruthen).
x Lamia amputator, zweifleckiger Zimmerschröter (Rinde und Splint ringförmig umschneidend).

[illegible], ſo müſſen ja die dadurch erzeugten Bedingungen immer ſchädlicher, immer drängender und gefährlicher werden und endlich das Geſchlecht nothwendig zur Auslöſung derſelben antreiben.

Wie wenig ſich aber die Inſekten durch das Beiſpiel anderer beſtimmen laſſen, davon mag der folgende, von Siebold bei Polistes beobachtete Fall einen Begriff geben. Fremde Weſpen überfielen ein Neſt derſelben, riſſen mit gewaltſamer Brutalität die weichen Larven aus ihren Zellen und trugen ſie, gräßlich verſtümmelt, den Ihrigen als Beute heim. Und die rechtmäßigen Bewohner des Neſtes? Sie machten es mit den noch übrig gelaſſenen Larven ebenſo. Verführt durch das ſchlechte Beiſpiel der Räuber wurden ſie zu Mördern ihrer eigenen Kinder!

Aber der „Inſtinkt", der ihnen, nach der Meinung der Glaubensſeligen, doch die größte Sorgfalt für ihre Brut anbefiehlt, wo blieb denn der, und was ſollen wir von der „unbewußten Intelligenz", von der Bevormundung der Inſekten halten, wenn ſie das Thier gerade in den kritiſcheſten Lagen im Stiche läßt?

Was aber einmal geſchehen, das kann öfter erfolgen, und was, fragen wir, würde dann aus den Polistes-Staaten? Hier lernen wir denn die Macht des „Zufalls". Sie wäre im Stande, allen Inſtinkten zum Trotze, die Exiſtenz einer Thierart grob zu ſchädigen, ja ſie vom Erdboden zu vertilgen. Liegt aber vielleicht dieſe Selbſtzerſtörung im Plane der zweckmäßigen Schöpfung, d. h. ſind die Raubweſpen nur Abgeſandte jener höheren Macht, oder ſind es nicht auch wieder rein natürliche Urſachen, welche ſie zwangen, ihren Futterbedarf ſich auf Koſten der Polistes-Brut zu verſchaffen, ſowie denn jede, auch die geringfügigſte Veränderung in der Natur eine niemals endende Reihe anderer Wirkungen im Gefolge hat.

zu deren genaueren Erklärung aber der Raum fehlt, möglichst anschaulich und übersichtlich gemacht ist.

Unsere Kerfe bohren und meißeln aber ihre langen Gänge nicht, um sich zu verstecken, sondern sie machen, sogut wie viele andere, in Blättern, Stengeln, Samen u. s. w. minirende Insekten ihre Schächte rein unwillkürlich, indem sie der Hunger dazu antreibt, immer weiter zu fressen. Das Bohrmehl aber, das sie durch den Mund aufnehmen, kommt nach erfolgter Extraction seiner wenigen Nahrungsbestandtheile wieder als „Wurmmehl" hinten zum Vorschein; ihr ganzes mühsames Thun läuft also, trocken gesagt, darauf hinaus, daß sie eine Strecke Holz in Mist verwandeln. Da die Kiefer der Larven, während sie langsam aber stetig in ihrem Schachte vordringen, sowie sie selbst beständig wachsen, so ist auch klar, daß letzterer (C, T) immer weiter wird. Ist die Larve reif, d. h. hat sie behufs ihrer Verwandlung genug aus dem Holz herausgezogen, so hat sie auch das Ziel ihrer beschwerlichen Wanderung erreicht und macht Anstalten zur Verpuppung. Diese bestehen darin, daß sie das Gangende etwas erweitert und diese sog. Wiege dann noch mit abgebissenen Spähnen mehr oder weniger kunstreich ausfüttert (Fig. 34). Das vollendete Insekt beißt sich dann entweder direkt von der Wiege aus einen Gang ins Freie oder kommt erst nach längeren Irrfahrten dorthin.

Die meisten Holzwürmer leben einsiedlerisch, d. h. jedes Individuum arbeitet für sich allein, ohne irgendwelchen Zusammenhang mit den Uebrigen, sei es nun, daß dieselben aus einzeln an oder in den Baum gelegten Eiern entstehen, sei es, daß sie von einer gemeinsamen Brutstätte aus, ohne sich aber um ihre Schwestern und Brüder zu kümmern, sich regellos nach allen Richtungen zerstreuen und wie blind in den Tag oder richtiger in das Dunkel des Baumes hineinarbeiten. Diese blinde, ziellose Wirthschaft bleibt aber für

die Betreffenden nicht ohne üble Folgen, wie man sofort erkennt, wenn man ein von zahlreichen Rüssel- oder Bockkäferlarven bearbeitetes Stück Rinde abschält. Die Gänge der einzelnen Thiere laufen meist wirr durch einander und es trifft sich oft genug, daß der Fraßkanal eines Individuums in einen leeren, d. h. bereits von einem andern ausgenagten Raum einmündet.

Fig. 34.
Mit Holzspähnen ausgepolsterte Wiege von Rhagium indagator, nat. Gr.

Hier muß es dann aber nothwendig verhungern, wenn es sich nicht etwa mit dem Koth seiner Vorgänger befreunden will. Diese Holzminirer stehen also, ganz buchstäblich genommen, einander im Wege, und es mag oft genug vorkommen, daß eine ganze Brut in Folge dieses unsystematischen „Vorgehens" elendiglich umkommt oder doch in bedenklicher, selbst die Existenz der Art gefährdender Weise decimirt wird.

Wie ökonomisch, mit welcher „weisen Berechnung" verfahren dagegen die „sozialen Wühler", die meisten Borkenkäfer! Ihre oft mit staunenswerther Accuratesse abgezirkelten Gangsysteme sind den zerstreuten Bohrlöchern anderer Holznager ebensosehr überlegen, wie etwa die Zellkolonien der Honigbiene den einsamen Erdlöchern der Grabwespen.

Zu näherer Erörterung mag der Erzfeind unserer Nadelwälder, der sog. Buchdrucker, ein Muster sein. Nach dem ersten, meist in den April fallenden Hochzeitsfluge begeben sich die Käfer alsbald auf ihre Standplätze, ja manche haben es so eilig, daß sie auf den gemeinsamen Ausflug verzichten. Sie bohren zunächst ein schief nach oben gehendes, schön kreis-

rundes Loch durch die Rinde, bis sie auf den Bast kommen, wo sie eine geräumige Höhlung ausnagen. Letztere wird aus naheliegenden Gründen die Rammelkammer genannt. Häufig — zumal, wenn der Borkenkäfer massenhaft vorkommt, und in Folge dessen Platzmangel eintritt, gerathen wohl auch mehrere Buchdruckerpärchen in Ein Loch. Es trifft sich auch, daß das Männchen nicht zuwartet, bis seine Ehehälfte mit dem Brautgemache fertig ist; die Sache wird dann im Bohrloche abgethan. Ist die Rindenkäfermutter befruchtet, so bohrt sie, im Bast, einen gerade nach oben gehenden Kanal, den „Muttergang", an dem sie, auf beiden Seiten, in genau abgemessenen Entfernungen kleine Nischen ausnagt, in welche sie je ein Ei ablegt und dann mit Bohrmehl verschließt. Ist ein zweites Weibchen gegenwärtig, so macht dies den Gang in gerade entgegengesetzter Richtung (doppelarmiger Lothgang). Das Weitere ergibt sich von selbst. Jeder der ausschlüpfenden Larven ist bis zu einem gewissen Grade schon von der Mutter, die inzwischen das Zeitliche gesegnet, der Platz und die Richtung angewiesen, wo und in welcher sie ihren Gang zu führen hat. Dabei ist noch Dieses wichtig. Solange die Seiten- oder Larvengänge, nahe dem Hauptgange, ziemlich hart neben einander verlaufen, schlagen sie eine ziemlich gerade Richtung ein, die Thiere sind hier eben gezwungen, genau gleichen Schritt zu halten; die Fraßröhren schlängeln sich aber ganz in der bei den übrigen Holzbohrern gebräuchlichen Weise unregelmäßig hin und her, sobald sie, in ihrem vorwiegend radiären Verlauf und im weiteren Abstand vom Ausgangspunkte, einen größeren Spielraum erlangen. —

Noch zierlicher als der gemeine „Borken"käfer, aber im gleichen Style, arbeiten gewisse „Splint"käfer, wie z. B. Eccoptogaster multistriatus (Fig. 33 e) an Pappeln, E. destructor an Birken, E. rugulosus (f) an verschiedenen Obst-

[illegible]

[illegible] der [illegible] der zum Theil [illegible] mit einer Schwiegen oder nach [illegible] oder in ein Wasser gerathen [illegible] gerann. Sie hat aber vielleicht in [illegible] nach unsern Wörtern oder auch von [illegible] einem Salm ab

setzt entweder die ganze Brut, oder doch eine größere Anzahl von Eiern auf einmal in eine gemeinsame Höhlung ab (G*, g*), und die späteren davon ausgehenden Larvenfraßräume sind eben so unregelmäßig wie bei den meisten Rüssel- und Bockkäfern (r). Mehr Methode als der „größte Fichtenbastkäfer" hat zwar der zweizahnige Kiefern- (k) und der krummzahnige Tannenborkenkäfer (i), aber trotzdem wird Niemand behaupten, daß diesen Kritzeleien ein „höherer Plan" zu Grunde liege!

Aehnlich wie die Rinden- haben übrigens auch die eigentlichen Holzborkenkäfer ihre besondere Schule durchgemacht. Völlig tadellos, ja mustergiltig sind die tief in den Holzkern eindringenden leiterartigen Kanalsysteme von B. lineatus (k*). Andere Arten, wie z. B. der bekannte B. dispar unserer Obstbäume, begnügen sich damit, einige wenige Höhlen auszufressen, worin sie die Eier häufchenweise absetzen (k').

Es wiederholt sich hier also eine ganz ähnliche Geschichte, wie bei H. micans: Beide stehen gleichsam erst auf dem Punkte, das auf kluger Separation gegründete Colonialsystem ihrer Brüder sich zu eigen zu machen. —

Nun sind wir auf jene Kerfe vorbereitet, die in ihrem ganzen Thun dem Menschen näher stehen, als dies bei den bisherigen der Fall gewesen, und zwar insoferne, als die Verrichtungen der einzelnen Generationen nicht bloß in einem äußerlichen und mittelbaren, sondern zugleich in einem inneren und unmittelbaren Causal-Zusammenhange mit einander stehen, indem die Thätigkeitsform der Generation B nicht bloß durch die oben namhaft gemachten Faktoren, sondern zugleich auch durch direkte Vermittlung der Handlungsweise der Generation A beeinflußt wird.

Wie der Leser merkt, haben wir in erster Linie die sozialen Insekten, die Bienen, die Wespen, die Ameisen, Termiten u. s. w. im Auge, in deren Gesellschaften die vollständig erwachsenen Kinder des für Insekten so seltenen Glückes genießen, einige Zeit mit ihren Erzeugern resp. Ernährern zusammen zu leben und von ihnen alles Das zu profitiren, was überhaupt durch Nachahmung oder durch Anleitung sich erwerben läßt.

Was aber durch eine solche unmittelbare, von Geschlecht zu Geschlecht fortlaufende Ueberlieferung, durch eine solche Zusammenfassung und Concentration aller für das Wohl einer Art günstigen Antecedentien einer ganzen großen Vergangenheit erreicht werden kann, das lehrt die Entwicklung der menschlichen Kultur, und so ist es selbstverständlich, daß gerade diese Insekten namentlich in Ansehung ihrer zum Wohle der Nachkommen unternommenen Bauten und andern Arbeiten die gesammte übrige oder autodidactische Kerfindustrie weit in den Schatten stellen, ja daß ihre Leistungen vielfach schon zu einem solchen Grade der Vollendung gediehen sind, daß eine weitere Verbesserung, wenigstens unter den bestehenden Verhältnissen, kaum mehr möglich ist.

Unterrichteten und denkenden Entomologen müßte das Gesagte genug sein; die andern werden einen doppelten Beweis fordern, erstens nämlich, daß die Insekten überhaupt in die Lage kommen, sich gegenseitig als Muster zu dienen und von einander etwas zu lernen, und zweitens, daß sie sich eine solche Gelegenheit auch wirklich zu Nutze machen.

Ersteres lehrt am anschaulichsten die Einsichtnahme in den Bienenhaushalt.

Wenn die jungen Bienen ihre Zellen verlassen, so finden sie den Stock nicht leer und ausgestorben — wie dies etwa *beim* Ausschlüpfen der Grabwespen vorkommt — d. h. die

neue Generation tritt nicht auf, wenn die ältere schon den Schauplatz verlassen hat, sie tritt nur und zwar nicht plötzlich und auf einmal, sondern einzeln und allmälig in die Reihen der andern ein, die Lücken der nach und nach mit Tod abgehenden Mitglieder der Staatsgemeinschaft ausfüllend.

Sollte es also der Novizin, welche bei ihrem Eintritt in die Welt sofort von Tausenden sachkundiger älterer Schwestern umgeben ist, welche nolens volens das ganze geschäftige Treiben, das wie ein Uhrwerk sich repetirende Einerlei der ganzen Bienenwirthschaft unzählige Male mit ansehen muß — denn vor acht bis vierzehn Tagen wird es ihr streng verboten, ihre Geburtsstätte zu verlassen — an der Gelegenheit mangeln, sich die Künste ihrer Mitbürger zu eigen zu machen?

Ob sie es aber auch wirklich kann und thut?

Daß die jungen Bienen, wie alle Insekten, einen Trieb zur Thätigkeit haben, wird Niemand läugnen, auch nicht, daß bei ihnen dieser Trieb sehr heftig ist, wie wir denn jüngst in unserm Schaukasten eine Hummel beobachteten, die, in Ermanglung eines andern Gegenstandes, womit sie sich hätte die Langeweile vertreiben können, ein zufällig dort liegendes Polistes-Nest ununterbrochen während dreier Stunden (!) wie einen Ball herumrollte. Wenn aber die junge Biene thätig sein muß, und wenn sie offenbar zu keiner Beschäftigung besser geschickt ist, als zu der, welche sie die andern beständig ausüben sieht, warum sollte sie dann irgendwelche Allotria treiben? Wir beobachten doch an unsern kleinen Kindern und an den Affen, daß sie am liebsten und am öftesten das thun, was sie Andere thun sehen, und daß sie nur dann etwas anderes thun oder eine eigene Erfindung machen, wenn sie — was aber im vielköpfigen Bienenalumnat unmöglich — längere Zeit sich allein überlassen bleiben. Und ist dies überhaupt anders denkbar? Wenn die junge Biene in tausendfacher Wiederholung immer dieselben Sinneseindrücke

empfängt, so müssen ja die dadurch erzeugten Vorstellungen immer lebhafter, immer dringender und gebieterischer werden und endlich das Geschöpf nothwendig zur Realisirung derselben antreiben.

Wie leicht sich aber die Insekten durch das Beispiel anderer bestimmen lassen, davon mag der folgende, von Siebold bei Polistes beobachtete Fall einen Begriff geben. Fremde Wespen überfielen ein Nest derselben, rissen mit gewohnter Brutalität die weichen Larven aus ihren Zellen und trugen sie, gräßlich verstümmelt, den Ihrigen als Beute heim. Und die rechtmäßigen Bewohner des Nestes? Sie machten es mit den noch übrig gelassenen Larven ebenso. Verführt durch das schlechte Beispiel der Räuber wurden sie zu Mördern ihrer eigenen Kinder!

Aber der „Instinkt", der ihnen, nach der Meinung der Glaubensseligen, doch die größte Sorgfalt für ihre Brut anbefiehlt, wo blieb denn der, und was sollen wir von der „unbewußten Intelligenz", von der Bevormundung der Insekten halten, wenn sie das Thier gerade in den kritischesten Lagen im Stiche läßt?

Was aber einmal geschehen, das kann öfter erfolgen, und was, fragen wir, würde dann aus den Polistes-Staaten? Hier lernen wir denn die Macht des „Zufalls". Sie wäre im Stande, allen Instinkten zum Trotze, die Existenz einer Thierart grob zu schädigen, ja sie vom Erdboden zu vertilgen. Liegt aber vielleicht diese Selbstzerstörung im Plane der zweckmäßigen Schöpfung, d. h. sind die Raubwespen nur Abgesandte jener höheren Macht, oder sind es nicht auch wieder rein natürliche Ursachen, welche sie zwangen, ihren Futterbedarf sich auf Kosten der Polistes-Brut zu verschaffen, sowie denn jede, auch die geringfügigste Veränderung in der Natur eine niemals endende Reihe anderer Wirkungen im Gefolge hat.

welche, wenn sie von den Geburtswehen überrascht die Eier auch auf trockenen Boden fallen lassen, wo wendig zu Grunde gehen.

Fig. 38.
Illustration zur Versorgung der Kerfeier.
Schildlaus (von der Weinrebe), nat. Gr.
Laich einer Mücke.
Wurstförmiger Laich einer Schnecke (schematisch).
Kokoncon des Schwimmkäfers.
Eierbüchse von Blatta.
Laich von Frühlingsfliegen.
Verkittete Eier von Chrysopa.
Eierpaket der Gottesanbeterin (Mantis religiosa).
Querschnitt durch dasselbe; a innere gefächerte Kapsel, b äußere lockere Umhüllung.
Eier des Ringelspinners.
Eiersack einer Schnarrheuschrecke.

Dagegen legen manche andere Insekten für die Eier, welche in das Wasser kommen, eine oft erstaunliche Sorgfalt an den Tag.

Durch Umhüllung mit einer aus den Kittdrüsen stammenden Gallerte bilden zunächst manche, freilich ganz unwillkürlich, gleich den Amphibien, Fischen, Mollusken u. s. w. eine Art Laich, der sehr verschiedene und oft (Fig. 38 B, G, F) sehr zierliche Formen hat.

Jener der Stechschnacken (C) z. B. gleicht einem Kahn, der, so oft er auch durch heftige Bewegungen des Wassers, auf dem er schwimmt, umgeworfen wird, stets wieder in Ordnung kommt. Das Constructionsverfahren dieser Arche ist nach Reaumur folgendes.

„Die Schnacke setzt ihre vier Vorderbeine auf ein Stück Laub oder Grasblatt und hebt den Schwanz über das Wasser empor. Dann kreuzt sie die beiden Hinterbeine und hält in dem Winkel, den sie bilden, das zuerst gelegte Ei fest, sobald es aus der Scheide kommt. Ebenso hält sie auch das zweite, das dritte u. s. f., die alle durch ihre klebrige Hülle an einander haften. Dieses thut sie so lange, bis sie fühlt, daß so viel mit einander verbunden sind, als hinreicht, um dem kleinen Nachen den nöthigen Boden zu geben. Dann thut sie die Beine aus einander und hält damit nur die ganze Masse, bis sie die erforderliche Größe und Gestalt hat. Dann fährt sie davon und überläßt sie ihrem Schicksal."

Nicht minder interessant ist das zuerst von Siebold, dem unerreichten Meister biologischer Beobachtungen, constatirte Verfahren der niedlichen „Seejungfern" (Agrio).

Nach vollbrachter Paarung läßt das befriedigte Männchen keineswegs nach der schnöden Art der meisten andern Kerfe das Weibchen im Stiche, sondern bleibt ihm — und dies ist ganz wörtlich zu nehmen — eine Stütze auch für die nächste Zeit. Die „Anhänglichkeit" des Seejungfergatten äußert sich

d. h. von den Larvenfundörtern in v und w in das Nest zurück und begeben sich dann neuerdings an die frühern Plätze, so werden sie, wie das die Regel, von andern begleitet werden. Gehen nun mit der Ameise B, welche im Ganzen nur ein paar Larven zu holen hat, im Durchschnitt eben so viele Kameraden, als mit der Ameise A, welche ein reiches Larvenlager entdeckt hat, so ist dies ein Beweis, daß diese Kameraden unaufgefordert mitlaufen; denn sonst, wenn sie ausdrücklich eingeladen würden, mitzuspazieren, hätte es doch keinen Sinn, daß die Ameise B zum Transporte der wenigen Larven eben so viele Helfershelfer mitbrächte, als die Ameise A, in deren Abtheilung es sehr viel zu thun gibt.

Bringt hingegen die Ameise mit den vielen Larven mehr Begleiter oder „Freunde" mit als die Ameise mit den wenigen, so ist dies ein Beweis, daß beiderlei Individuen im Neste ihre Weisungen ertheilen, daß also von der ersteren sehr viele und von der letzteren nur wenige oder gar keine Kameraden zur Hilfeleistung aufgefordert werden.

Nun, und das Resultat? Es ist überzeugend genug.

Bei zwanzig Beobachtungsfällen brachte die Ameise mit den vielen Larven nur in acht Fällen weniger als 10 Kameraden mit, während die Ameise mit den wenigen Larven in eben so vielen Fällen von gar Niemand begleitet war.

Auf eine Gesammtversuchszeit von je 100 Stunden berechnet, machte

A 1127 Besuche und brachte im Ganzen 539 Kollegen,
B 1040 „ „ „ „ „ nur 167 „ mit.

Daß mit B in einigen wenigen Fällen doch weit mehr Freunde (nämlich 8) mitkamen, als Larven zu transportiren waren, beweist nur, daß die Ameisen gelegentlich aus eigener Initiative mitgehen; denn ein ausdrückliches Verbot, sie zu begleiten, dürfte die privilegirte Larventrägerin kaum ertheilen,

während man aus der ungemein wechselnden Zahl der Begleiter sieht, daß die Einladung zum Mitkommen wahrscheinlich nur eine summarische oder so zu verstehen ist, daß eben nur jene avisirt werden, die gerade um die Wege sind.

Mehrmals hatte Lubbock zu beobachten Gelegenheit, daß Ameisen ohne die ortskundigen Führer auf den Stegen erschienen und sich zu den Larven begaben. Rein zufällig konnten sie dies nicht thun; denn es geschah nur dann, nachdem er früher andern den Weg genau gezeigt hatte. Man muß also annehmen, entweder daß die wegkundigen Individuen den andern die Route, welche sie zu den Larven einzuschlagen haben, genau ansagen, oder daß letztere, gleich unsern Spürhunden, durch die Nase geleitet werden, indem sie den Spuren nachgehen, welche ihre Vorgänger, die bekanntlich ein sehr scharfes Secret absondern, hinterlassen haben.

Dies sicher zu entscheiden und den gerade in der Kerfbiologie so fürchterlich grassirenden Muthmaßungen ein Ende zu machen, stellte L. unter anderm auch folgenden ebenso einfachen als sinnreichen Versuch an, den bei günstiger Gelegenheit zu wiederholen der Leser eingeladen wird.

Vom Nest (Fig. 36 N) ging diesmal nur ein einziger Steg (m) aus. Dieser Steg gabelte sich aber und zwar so, daß die beiden Zweigstege, drehbar eingerichtet, leicht in ihrer Stellung sich verwechseln ließen. Der eine Zweigsteg (v) wurde mit einem Gefäß, das viele, der andere (l) mit einem gleichen, das gar keine Larven enthielt, verbunden.

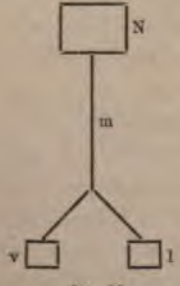


Fig. 36.

Nachdem nun die Versuchsameise einmal erfahren, daß der Zweigsteg linker Hand zu keinem erfreulichen Ziele führe, schlug sie jedesmal, wenn sie, um

Larven zu holen, das Nest verließ, den richtigen Weg m v ein. Sobald nun L. eine Ameise auf der Straße m daherwandeln und dem Kreuzungspunkte sich nähern sah, drehte er rasch den Steg v nach links und gab dafür den linksseitigen auf seine Stelle.

War nun einer Ameise, die diesen Weg auf Geheiß der Leitameise zum ersten Mal machte, derselbe beschrieben worden, so mußte sie jedesmal (von uns aus gesehen) den Weg nach rechts, sonst aber, wenn sie nur durch den Geruch sich leiten ließ, den von andern Ameisen bereits mit Erfolg betretenen Gang v einschlagen, unbekümmert darum, ob dieser nach rechts oder links führe.

Und was geschah? Alle 17 Ameisen, die auf Larventransport ausgesandt worden, kamen an das rechte Ziel, d. h. sie hielten sich, und zwar ohne am Scheideweg lange zu zögern, an die Bahn ihrer Vorgänger, mochte diese nun rechts oder links liegen.

Zugegeben aber auch, kann man uns einwenden, daß die Kerfe vermöge ihrer physischen Constitution zu mannigfachen Handlungen nicht bloß befähigt, sondern auch angehalten werden, zugegeben ferner, daß gewisse äußere Verhältnisse — durch eine genügende Reihe von Generationen hindurch wirksam — die Entwicklung gewisser Gewohnheiten und Fertigkeiten begünstigen mögen, zugegeben weiters, daß die „Künste" gewisser Kerfe durch gegenseitige Nachahmung und Mittheilung bis zu einem hohen, ja bewundernswerthen Grade gesteigert werden können, umsomehr als von den zahlreichen Individuen einer Brut in der Regel nur die talentirtesten und geschicktesten am Leben bleiben und bei der Fortpflanzung diese ihre Tugenden auch auf die Nachkommen vererben, so scheint es doch so überaus zweckmäßige, planvolle und höchst complicirte Handlungen und

[illegible] Blattunterseite, kaum von der Stelle zu rühren [illegible]
Ist nun ihre Zeit gekommen, so schiebt sie die Eier [illegible]
Stelle, wie sie aus dem Leib hervortreten, zwischen den [illegible]
und dem Leibe mit einer Art Wolle umgeziert Unterla[illegible]
sie [illegible] Raum finden, da sich ja im selben [illegible]
als der [illegible] sich seines Inhalts entleert, u[illegible]
dasselbe eine Höhlung bildet. Die Eier wechseln so [illegible]
nur den Platz. Das Weitere ist zu erraten: Nach[illegible]

Fig. 39.
Eier eines Schmetterlings (?) auf einem Schildblatt, nat. Gr.

Fig. 40.
Hölziger Eierhaufen der [illegible] nat. Gr.

Schildlaus diese ihre letzte Bestimmung erfüllt hat, fü[illegible]
ihr zerbröckelnder Balg bleibt aber, gleich einem G[illegible]
über dem Eierklumpen und schützt ihn gegen alle äußer[illegible]
schädigungen (Fig. 38 A). Die Mutter ist also im w[illegible]
Sinne des Wortes, jedoch ganz unwillkürlich, zum [illegible]
mantel ihrer Kinder geworden.

genugsam bekannt, in der Nähe zu finden ist, nämlich die Erdkrumen, herbeizuschleppen, eine Handlung, die sie ja, freilich zu etwas andern Zwecken, bei ihren Nestbauten, unzählige Male schon verrichtet hat.

Sehr instruktiv für die in Rede stehende Frage dünkt uns auch folgende Beobachtung.

Letztes Frühjahr nahmen wir einer Polistes, während sie um neues Baumaterial an einen Bretterzaun flog, ihr noch kleines Nest von dem abgebröckelten Ziegel einer Mauer weg und befestigten hurtig mit Siegellack ein fremdes, wenigstens dreimal größeres an derselben Stelle. Die Wespe kam zurück, schnurstracks auf das Nest zu, aber — ich bereute jetzt meinen Betrug — sie sah, daß es nicht das ihrige war, tanzte ungeduldig an der Mauer auf und nieder, als wollte sie das Vermißte suchen, und setzte sich endlich — was sonst nicht leicht vorkommt — neben das untergeschobene, wo ich sie auch noch einige Stunden später, sowie am nächsten Tage antraf. Sie schien sich von der alten Stätte nicht trennen zu können, und ich erwartete, da sie das fremde Nest ganz unberührt ließ, sie werde sich am Unglücksorte ein neues bauen. Am zweiten Tag aber hatte sie sich — im fremden Nest schon vollständig eingebürgert, und gegenwärtig ist es schon weit vorgerückt. Die Wespe hatte also endlich ein volles Verständniß der Sachlage erworben. Nachdem der erste Schmerz überwunden, war sie offenbar mit sich schlüssig geworden, daß es gescheidter sei, sich ins Unvermeidliche d. h. ins fremde Nest zu fügen, als sich die Mühe eines Neubaues auf den Hals zu laden.

Hier und in allen ähnlichen Fällen zeigt es sich klar, daß die Entwicklung der insektischen Intelligenz genau an die gleichen Bedingungen wie die unserer eigenen gebunden ist, nämlich erstens an gewisse physische Anlagen und zweitens an die Gelegenheit,

[illegible]

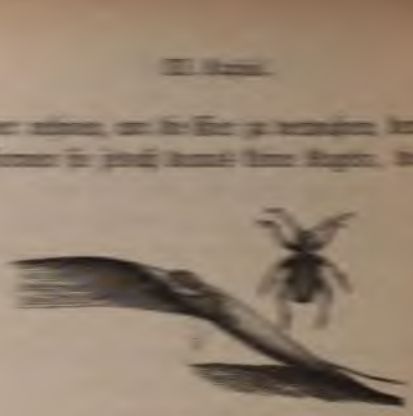


Fig. [illegible]

[illegible]

[illegible] zu Entschlüssen wollen, ein Geschäft, bei dem sie [illegible] gewöhnlich zur Seite stehen.

Selbstschutz der Puppen.

In seinem Jugendalter ist das Insekt größeren Gefahren und Angriffen ausgesetzt als in dem des eigentlichen Verwandlungsstadiums oder der Puppe, wo es gewissermaßen wieder zum Ei wird, wo die Sinneswerkzeuge, welche es über die ihm drohenden Gefahren unterrichten sollen, und die Organe des Ortswechsels und der Vertheidigung, mit denen es denselben entfliehen oder sich wehren könnte, ihre Thätigkeit einstellen, während doch sein von reichlichem Fett und Blut strotzender Leib ein für alle Fleischfresser höchst begehrenswerther Gegenstand ist, und andererseits der in der Umbildung begriffene und wenig widerstandskräftige Organismus auch leicht durch gewisse elementare Einflüsse geschädigt werden kann.

Gerade hier war und ist also der natürlichen Zuchtwahl der größte Spielraum gegeben. Sei es, daß die der

einigermaßen zu erschöpfen, uns ja ohnehin der Raum mangelt, zufrieden geben.

A. Versorgung der Eier.

Die meisten Kerfe legen die Eier einzeln und zwar in Pausen von verschiedener Dauer. Nicht selten ruhen sie, nachdem ein Ei ausgestoßen ist, stunden-, ja selbst tagelang aus, bis ein zweites zum Vorschein kommt, indem die Eier in den perlschnurartigen Follikeln meist nur successive, eins nach dem andern, abreifen.

Kein leichtes Stück Arbeit ist die Eierlegung bei den Grillen und Laubheuschrecken. Erstere machen es genau so, wie die Landleute beim Setzen des Kukuruz. Sie gehen auf dem lockeren Terrain, das ihre Brut aufnehmen soll, von Stelle zu Stelle, bäumen sich hoch auf und bohren ihren Legestachel unter seltsamen, wurmartigen Krümmungen des Hinterleibes in das Erdreich.

Die Laubheuschrecken haben es z. Th. noch schwerer, weil sie mit ihrem meist sägeartigen Legeinstrument erst eine Oeffnung in einen Pflanzenstengel schneiden müssen, ehe sie die Eier, bald einzeln, bald partienweise, unter Dach und Fach bringen.

Interessant ist auch das durch beistehende Fig. 37 erläuterte Verfahren der Blattwespen, welche sie reihenweise an die Blattrippen absetzen.

Jene Kerfe, welche, wie die Schlupfwespen und andere Schmarotzer, ihre Eier in oder an ganz bestimmte Thiere ablegen, müssen selbstverständlich stets erst eine günstige Gelegenheit abwarten, ehe sie ihr oft höchst grausames und heimtückisches Geschäft vollbringen können. Dauer und Art desselben richtet sich aber auch nach der Zahl der Eier. So begreift es sich von selbst, daß das kleine wanzenartige Insekt (Aleyrodes proletella Latr.), das mindestens ¼ Million producirt, oder gar die weiße Ameise (Termes bellicosus),

die täglich bei 80,000 fertig bringen soll, dieselben in größeren Partieen von sich zu geben gezwungen ist.

Fig. 37.
Eier (a) legende Blattwespe (Nematus septentrionalis), vergrößert.

Manche Insekten, wie z. B. die genannte Termite, die Hopfenmotte (Hepialus Humuli), die gemeine Schnacke u. s. f. treiben die Eier mit einer Vehemenz hervor, als ob sie mit einer Büchse abgeschossen würden. Dies ist aber lediglich das Werk der kräftigen Eileiter-Musculatur.

Daß die Kerfe nicht immer in der Lage sind, für die Versorgung ihrer Eier die nöthigen Voranstalten zu treffen, beweisen die kurzlebigen Frühlings- und Eintagsfliegen-

larven, welche, wenn sie von den Geburtswehen überrascht werden, die Eier auch auf trockenen Boden fallen lassen, wo sie nothwendig zu Grunde gehen.

Fig. 38.
Illustration zur Versorgung der Kerfeier.

A Schildlaus (von der Weinrebe), nat. Gr.
B Laich einer Mücke.
C Kahnförmiger Laich einer Schnacke (schematisch).
D Eiercocon des Schwimmkäfers.
E Eierbüchse von Blatta.
F, G Laich von Frühlingsfliegen.
H Gestielte Eier von Chrysopa.
I Eierpaket der Gottesanbeterin (Mantis religiosa).
J Querschnitt durch dasselbe; a innere gefächerte Kapsel, b äußere lockere Umhüllung.
K Eier des Ringelspinners.
L Eiersack einer Schnarrheuschrecke.

[illegible] anderswo. Hierauf überzieht sie [illegible] mit einer neuen Schichte, und [illegible] innere Höhle auf den entsprechenden [illegible] Grazger werden wenigstens 6 Lagen [illegible] deren stückweisen Zusammensetzung man [illegible] Abhaspeln überzeugen kann. [illegible] Cocon oft lange an einer Stelle liegen, [illegible] Abwurf des Fadens auf der betreffenden Seite, [illegible]

Fig. 46.
[illegible] (Chelonopsyche [illegible]) [illegible] Raupe [illegible] Cocon [illegible] Stellen [illegible] Fäden [illegible]

Fig. 47.
A Wickelraupe (Tortrix pinii), a [illegible], b [illegible] Tonnen aufbewahrende Spinnfäden.
B Blattwespe (Lophyrus pinii), Cocon [illegible] mit Deckel.

eine andere gebraucht wird. Die Gesammtlänge des Fadens beträgt oft einige Tausend Fuß.

Ueber die einzelnen Webemethoden der verschiedenen Spinnerraupen könnte man übrigens ein Buch schreiben. Wir begnügen uns, darauf hinzuweisen, daß der Buchenwickler nach einander zwei Wände spinnt, die erst zuletzt mittelst Schnüren verbunden werden, während eine kleine, auf dem Fichtenbaum lebende Schildernraupe den Cocon aus zwei lang-

zunächst allerdings in etwas sonderbarer Weise. Er faßt das Weibchen mit seiner gewaltigen Afterzange am Nacken (Fig. 38*) und fliegt nun, unterwegs öfter auf Schilf und Binsen ausruhend, mit ihm herum. Hält das Männchen auf einer der letzteren längere Zeit still, so krümmt alsbald das hinten aufsitzende Weib seinen Hinterleib bogenförmig

Fig. 38*.
Eierlegende Wasserjungfern.

nach unten und vorne, und schiebt aus der unmittelbar hinter den Füßen befindlichen Spitze seinen säbelartigen Legebohrer hervor, der nun in die Rinde der Binse eindringt, worauf

Sack werden nun reihen- und schichtenweise die Eier abgesetzt. Dann schlüpft der Käfer aus seinem Cocon heraus und verschließt die offene Seite, wobei zugleich aus aufgerichteten Spinnfäden das erwähnte Rohr construirt wird. Wichtig ist noch eine dünne, nur durch sehr lockere Fäden gebildete Thür, durch welche später die jungen Larven hervorschwärmen. Der gekrümmte Fortsatz scheint vornehmlich dazu geeignet, die Arche an gewissen Pflanzen, namentlich an Laichkrautblättern vor Anker zu legen.

Noch vorsorglicher geht nach Mulder der Kolbenwasserkäfer zu Werke. Er wickelt nämlich sein Eierschiff oder Eierhäuschen noch extra in ein Blatt ein, so daß nur der Mast oder Kamin hervorsieht.

Aehnliche Eierbehälter finden wir auch bei den Blattinen, welche sie aber beständig mit sich herumführen, sowie bei den Fangheuschrecken, die sie an Stengel und Steine befestigen. Erstere (Fig. 38 E) gleichen einer kleinen Reisetasche, sind aber mit so vielen doppelten Querfächern versehen, als Eier vorhanden. Das Gleiche gilt von der inneren Eierkapsel (Fig. 38 I, J) (a) der Mantis, die aber, zum Schutz gegen die Winterkälte, noch von einem besonderen blätterig-schaumigen Wärmemantel (b) umgeben ist.

Letztere anscheinend so kunstvollen und den jeweiligen Umständen so genau angepaßten Eibehälter sind indeß nicht das freie Werk der betreffenden Kerfe selbst, sondern das der eigenthümlichen Organisation ihres inneren Geschlechtsapparates, d. h. die Eier kommen schon in der beschriebenen Weise geordnet und verpackt aus der weiten Scheide hervor.

Fast ebenso passiv verhalten sich die Schildläuse, für deren Eierversorgung ältere Entomologen nicht genug Worte der Bewunderung fanden. Die weibliche Schildlaus ist bekanntlich ein sehr unvollkommenes Geschöpf, indem sie sich, aus Mangel

geeigneter Gliedmaßen, kaum von der Stelle zu rühren vermag. Ist nun ihre Zeit gekommen, so schiebt sie die Eier in der Reihe, wie sie aus dem Leib hervortreten, zwischen den Bauch und ihre früher mit einer Art Wolle tapezirte Unterlage, wo sie hinlänglichen Raum finden, da sich ja im selben Maße, als der dicke Hinterleib sich seines Inhalts entleert, unterhalb desselben eine Höhlung bildet. Die Eier wechseln so zu sagen nur den Platz. Das Weitere ist zu errathen: Nachdem die

Fig. 39.
Eier eines Schmetterlings (?) auf einem Erlenblatt, nat. Gr.

Fig. 40.
Filziger Eierhaufen der Schwammeule, nat. Gr.

Schildlaus diese ihre letzte Bestimmung erfüllt hat, stirbt sie; ihr vertrocknender Balg bleibt aber, gleich einem Gewölbe, über dem Eierklumpen und schützt ihn gegen alle äußeren Beschädigungen (Fig. 38 A). Die Mutter ist also im wahrsten Sinne des Wortes, jedoch ganz unwillkürlich, zum Schutz*mantel* ihrer Kinder geworden.

Vieles Anziehende bietet die Eierversorgung der Falter. Viele thun allerdings nichts weiter, als daß sie die oft von Gestalt sehr zierlichen Eier theils einzeln, theils in größeren Häufchen (Fig. 39) auf die geeigneten Pflanzentheile befestigen; etliche aber befolgen ein ungemein zweckmäßiges Verfahren, dem sie denn auch in erster Linie ihre enorme Verbreitung verdanken.

Jeder Leser hat wohl schon an Gartenplanken, an Baumstämmen u. dgl. Gegenständen gelbliche filz- oder schwammartige Krusten (Fig. 40) gesehen. Löst man ein Stück los, so kommen unregelmäßig zerstreute mohnkornartige Eier zum Vorschein, die in dieser Unterlage wie in einem Flaumenbettchen eingewickelt sind. Das Interessanteste ist aber, daß die Eule, welcher sie angehören, sich die Federn für dieses Kissen selbst vom Leibe rupft.

Eine andere Art macht aus ihren Afterhaarbüscheln einen langen Schweif, den sie dann, nachdem die Eier darin abgesetzt, spiralförmig um einen Zweig herumschlingt.

Am solidesten sind aber die Eier des Ringelspinners verpackt. Sie werden, gleich einer Perlenschnur, eines hart am andern, um einen Baumzweig gelegt und mit einem jeder Witterung trotzenden Kitt fest zusammengeleimt (Fig. 38 K).

Fig. 41.
Käfereier mit ausschwärmender Brut, nat. Gr.

Dies sind Dinge, die sich alle recht schön ansehen. Minder ästhetisch verfahren dagegen gewisse Dungkäfer, die uns so recht anschaulich machen, wie die Insekten alles zu ihrem Vortheil zu gebrauchen wissen.

Daß sich die zarte, schleimige Lilienkäferlarve mit ihrem eigenen Mist zudeckt, sieht der Leser aus Fig. 42. Unsere

Käfer aber nehmen, um die Eier zu verwahren, den fremden. Früher formen sie jedoch daraus kleine Kugeln, die sie dann

Fig. 42.
Lilienkäfer (Lema merdigera) sammt Larven (eine mit ihrem Koth bedeckt) auf einem Gras, nat. Gr.

sorgfältig in Erdspalten rollen, ein Geschäft, bei dem sie einander getreulich zur Seite stehen.

Selbstschutz der Puppen.

In keinem Lebensalter ist das Insekt größeren Gefahren und Angriffen ausgesetzt als in dem des eigentlichen Verwandlungsstadiums oder der Puppe, wo es gewissermaßen wieder zum Ei wird, wo die Sinneswerkzeuge, welche es über die ihm drohenden Gefahren unterrichten sollen, und die Organe des Ortswechsels und der Vertheidigung, mit denen es denselben entfliehen oder sich wehren könnte, ihre Thätigkeit einstellen, während doch sein von reichlichem Fett und Blut strotzender Leib ein für alle Fleischfresser höchst begehrenswerther Gegenstand ist, und andererseits der in der Umbildung begriffene und wenig widerstandskräftige Organismus auch leicht durch gewisse elementare Einflüsse geschädigt werden kann.

Gerade hier war und ist also der natürlichen Zuchtwahl der größte Spielraum gegönnt. Sei es, daß die der

Verwandlung entgegengehenden Larven dazu veranlaßt werden, sich zu diesem delikaten Geschäft ein ruhiges, sicheres Plätzchen auszusuchen, sei es, daß sich die Puppe um eine ihrem leidenden Zustand angemessene Umhüllung umsieht. Letztere selbst kann wieder von zweierlei Art, es kann entweder eine natürliche oder eine künstliche sein.

Eine natürliche ist z. B. die dicke, krustenartige Schale der Tagfalterpuppen oder der abgestoßene Larvenbalg, in dem sich die weichen Nymphen der Zweiflügler, einiger Federschaben, Käfer u. s. w. verborgen halten.

Uns interessiren am meisten die künstlichen Hüllen und vor allem jene Seidengespinnste oder Cocons, welche sich die der Verpuppung entgegengehenden Larven selbst verfertigen.

Einem guten Kenner dieser Dinge würde es ein Leichtes sein, zu zeigen, daß die Coconmanufaktur bei den verschiedenen Insekten, welche sie ausüben, in sehr ungleichem Grade entwickelt ist, ja ein solcher könnte uns wohl, an der Hand vergleichender Studien, eine Art Geschichte dieser für das ganze Kerfleben so bedeutsamen Fertigkeit liefern. —

Uns ist es nur gestattet, die allerwichtigsten Stadien dieser Industrie kurz anzudeuten.

Wir fangen mit den niedrigsten, d. i. mit jenen an, wo sich diese Kunst gleichsam erst im Werden begriffen zeigt.

Einige Kerfe, wie z. B. die geöhrte Eichen- und die Schwammspinnerraupe, ziehen nur einige „weitläufige" Fäden um sich, worin sie sich zwar halten, aber nicht verbergen können. Offenbar geht diesen zu früh der Faden aus, und ihr erstes Debut endigt mit der Anlage des Rahmens, innerhalb welchem z. B. der Seidenwurm erst den eigentlichen Cocon macht. Von dieser halbst unvollkommenen Art sind auch die netz- oder gazeartigen Gespinnste des weißen Atlas (Arctia

Salicis), des Rainfarren-Blattkäfers und einiger Motten (Fig. 24 D). In vielen Fällen ersetzen aber die Raupen mit fremdartigem Material, was ihnen an eigenem Spinnmaterial versagt ist. So verstreichen jene des Ringelspinners und der Weidenmotte ihre lockeren Netze mit ihrem eigenen Koth, der „braune Mönch", die Pfeilmotte und andere flicken die Löcher mit Erdkörnern aus, während gewisse Haar- und Bürstenraupen, wie z. B. Noctua aceris, der „Großkopf"

Fig. 43.
Aus den eigenen Kothballen zusammengefügtes Puppengehäuse des Metallgoldkäfers (Cetonia aenea), nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

Fig. 44.
Ein Blattkäfer (Clythra quadripunctata) aus seinem gefältelten, aus Erde zusammengekitteten Puppengehäus hervorgehend, nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

der „Lastträger", der „Kopfhänger", der „Bär", der „Eichenspinner" und andere auf die gewiß originelle Methode geleitet wurden, in ihre meist sehr schüttern Gewebe die Haare ihres Pelzes einzuflechten, und nun wird es uns auch klar, warum auf vielen dieser bemoosten Häupter so sonderbare Haarschöpfe wachsen. Da aber bei den letzteren die Haare nicht immer von selbst ausgehen, wenn sich die Thiere an ihren Gespinnsten reiben, so bleibt ihnen oft, wie z. B. dem Bär, keine andere Ausflucht, als sich selbst zu scheeren.

Daß manche Raupen, die nicht das Zeug in sich haben, *einen* ordentlichen Cocon zu machen, in ihre losen Gespinnste

emer als die eigentlichen Erdwespen können es sich enen, d. h. jene Stachelträger machen, die ihre Brut Fleisch- sondern mit Blütenkost versorgen, die ihrer

Fig. 50.
stem einer Trauerbiene (Andrena vicina Smith) nach Emerton.
In der untersten Zelle ein Pollenklumpen mit daraufgelegtem Ei. eng aus dem Ei schon die Larve entwickelt, bei d die erwachsene Larve, pe (welche also in der ältesten Zelle liegt, die zugleich die oberste ist). Nat. Gr.

ahrhaftigkeit und leichteren Verpackung wegen weit aum in Anspruch nimmt.

ings gibt es auch Bienen, die für jedes Ei eine hle *machen, in deren Grunde* man, wenn man sich

fahren anderswo. Hierauf überzieht sie jede Lage nach der Reihe mit einer neuen Schichte, und dies so lange, bis die innere Höhle auf den entsprechenden Raum verengt ist. Im Ganzen werden wenigstens 6 Lagen über einander geschichtet, von deren stückweisen Zusammensetzung man sich am besten beim Abhaspeln überzeugen kann. Hier bleibt nämlich der Cocon oft lange an einer Stelle liegen, bis endlich, nach Ablauf des Fadens auf der betreffenden Seite, die Hülse auf

Fig. 45.
Cocon des Ringelspinners (Clisiocampa neustria L.), nat. Gr. Man sieht den eigentlichen Cocon mittelst eines lockeren Rahmens zwischen Blättern befestigt.

Fig. 46.
A Kiefermücke (Tipula pini). a Larve, b mit Deckel aufspringende Puppenhülse.
B Blattwespe (Lophyrus pini). Cocon gleichfalls mit Deckel.

eine andere gedreht wird. Die Gesammtlänge des Fadens beträgt oft einige Tausend Fuß.

Ueber die einzelnen Webemethoden der verschiedenen Spinnerraupen könnte man übrigens ein Buch schreiben. Wir begnügen uns, darauf hinzuweisen, daß der Buchenwickler nach einander zwei Wände spinnt, die erst zuletzt mittelst Schnüren verbunden werden, während eine kleine, auf dem Faulbaum lebende Schabenraupe den Cocon aus zwei läng-

lichen Halbkugeln bildet, wovon sie die eine außerhalb desselben stehend macht und sich erst bei der Verfertigung der andern Hälfte in die erstere hineinbegibt.

Selbstschutz der Larven.

Außer den Grillen kennt man keine Insekten, die sich im ausgebildeten Zustand eines selbstverfertigten Obdachs bedienen; und da auch die Löcher der genannten von den noch jungen Thieren gegraben werden, so kann man sagen, daß die Imagines ganz für sich allein überhaupt nicht bauen. Sie thun dies aber nicht, einmal weil sie es nicht zu thun brauchen, da sie ja mit andern Schutz- und Vertheidigungsmitteln reichlich ausgestattet und zumal auch leicht in der Lage sind, im Nothfalle sich um ein natürliches Versteck umzusehen, dann aber auch weil sie bei ihrer kurzen Lebensdauer gar keine Zeit dazu haben, indem sie ja in dieser Altersepoche vollauf mit der Versorgung ihrer Brut beschäftigt sind.

Mehr Veranlassung, sich um eine künstliche Herberge umzusehen, haben die Larven. Fürs erste nämlich sind sie ihres weicheren Körpers wegen viel mehr Angriffen ausgesetzt, fürs zweite haben sie wenige, ja oft gar keine Mittel, sich ihren Verfolgern rasch zu entziehen und einen geeigneten Unterstand zu suchen. Fürs dritte endlich dauert auch dieser gefährliche Zustand viel länger; die Wahrscheinlichkeit eines gewaltsamen Todes ist also bei ihnen viel größer als bei den Imagines.

Da indeß von der constructiven Thätigkeit der Larven schon in früheren Abschnitten mehrfach die Rede gewesen, müssen wir uns hier bei der Knappheit des Raumes auf einige Zusätze beschränken.

Viele Larven führen bekanntlich eine troglodytische Lebensweise, und haben es darunter speciell der Ameisenlöwe und

der Tigerkäfer zu einer gewissen Berühmtheit gebracht. Unter den Falterraupen, die ja mit geringen Ausnahmen alle auf Pflanzen leben, ist dagegen dieses Handwerk fast gar nicht im Schwung. Kirby erzählt uns aber von einer neuholländischen Raupe (Nycterobius Mac-Leay), deren Lebensweise viel Aehnlichkeit mit jener der bekannten Minirspinnen zu haben scheint. Diese Kerfe machen walzige Höhlen in gewissen Bäumen, namentlich Banksia, und beschützen den Eingang gegen die Angriffe der Fangheuschrecken und anderer mordgieriger Kerfe durch eine Art Fallthür, welche sie theils aus Blättern, theils aus Kothstücken zusammenspinnen und mittelst eines Scharniergelenkes am oberen Ende befestigen. Diese Wohnungen verlassen sie regelmäßig erst bei Sonnenuntergang, um Blätter, von denen sie leben, zu sammeln. Letztere schleppen sie in ihre Zellen, ziehen sich aber mit Tagesanbruch eiligst in ihre Schächte zurück.

Ein merkwürdig verstecktes Jugendleben führen nach neueren Beobachtungen die Singcicaden. Das Weibchen legt die Eier in die Rinde des Baumes, auf dem es sich gerade aufhält. Die Jungen aber scheinen kein Gefallen daran zu finden, gleich andern Rindengebornen in dem Medium zu bleiben, wo sie zur Welt kommen, sondern klettern an den Stämmen herab und graben sich, dem zarten Wurzelwerk nachgehend, am Grunde derselben mittelst ihrer hackenartigen Vorderbeine vielverzweigte Höhlen und Schächte (Fig. 47).

Nach langer Zeit, ein amerikanischer Forscher spricht von 17 (!) Jahren, wenn ihre Erlösungsstunde nahe ist, begeben sie sich wieder an die Oberfläche, indem sie eine Art Hügel oder besser einen Thurm (a) aufwerfen, in dessen leicht gekrümmter Spitze (c) die Verwandlung ins vollkommene Insekt erfolgt, das dann durch eine am Fuße ihres Baues gelegene Seitenöffnung (a) den Schauplatz seiner Kindheit verläßt.

Die meisten Gehäuse und Futterale machen die Larven bekanntlich theils ganz, theils zum Theile aus ihrem Spinnstoff. Letzterer bietet ihnen aber auch einen andern Vortheil.

Fig. 47.
Cicadenbau. a Flugloch, o Puppe, verkl.

Die allerwärts herumhüpfenden und äußerst raubgierigen Sprungspinnen dürften dem Leser in Erinnerung sein. Ein Fangnetz wie andere machen sie nicht, und der flüchtige Beobachter wird überhaupt nichts von Spinnfäden bei ihnen merken. Und trotzdem ziehen sie fast beständig „ein Stückchen des Fadens nach", den man freilich, seiner ausnehmenden Zartheit wegen, nur im Reflex der Sonne sieht, der aber trotzdem hinlänglich stark ist, das Thier zu halten, wenn es sich daran, langsamer oder schneller, auf den Boden fallen läßt. Weil wir schon dabei sind, und die Spinne ja eigentlich doch nur eine besondere Gattung Insekt ist, so können wir uns nicht versagen, eine auf die Tiefenunterscheidung bezügliche Beobachtung mitzutheilen, die wir unlängst an einer solchen Sprungspinne machten.

Sie saß, ihr Riesenhaupt mit den in der Sonne funkelnden Augen hoch erhoben, auf dem Gipfel eines Birkenzweiges.

Der Wind bewegte ihn aber sehr heftig, und die Spinne trachtete offenbar von diesem exponirten Posten wegzukommen. Sie ließ sich fallen; denn kaum zwei Zoll tiefer breitete sich ein Blatt aus. Während sie aber fiel, drehte ich den Zweig so, daß die Perpendikuläre ihres Fadens am Blatt, das sie sich als Ruheplatz ausersehen, vorbeiging. Sofort kehrte sie um. Später, als das Blatt wieder unter ihr lag, versuchte sie es neuerdings. Ich drehte nun den Zweig von Neuem — und sie kletterte abermals am Seil empor.

Offenbar befand sich unsere Turnerin in einer ähnlichen Situation wie etwa ein Bergsteiger, der, um von einem Felskamm rascher abwärts zu kommen, sich auf das Springen verlegt, der aber, falls man ihn etwa an einem Seile hielte, sofort hinaufgezogen zu werden wünschen würde, wenn der Vorsprung, den er sich als erste Staffel ausersehen hatte, plötzlich seinem Auge entschwände und er nun frei über dem Abgrunde schwebte. —

Ein ähnliches Hilfstau, wie diese Spinnen, führen nun auch viele Klein-Raupen bei sich, denen es um so nothwendiger, als ihr Fußwerk meist sehr unvollkommen.

Doch wir haben ja noch Einiges von den Futteralen zu sagen, welche die Larven zu ihrem eigenen Schutze sich anfertigen.

Ein gar artiges, aus purer Seide gewoben, zeigt uns eine Mottenraupe, die man zeitlich im Frühjahr an der Unterseite der Birnbaumblätter antrifft. Diese Hülsen sind fast zolllang, aber, wie der Leib ihrer Bewohner, fast so dünn wie eine Nadel, und häufig in solcher Menge vorhanden, daß das Blatt ganz struppig aussieht. Das Interessanteste ist die Art und Weise, wie dieser kleine Araber sein bewegliches Zelt in aufrechter Stellung erhält. Dies geschieht theils durch feine Taue, welche sie von der Spitze des Thürmchens

ben wir, daß diese zunächst von der Nest-
rin zu ihrem eigenen Zwecke, nämlich zur Ent-
ıg des überflüssigen Bohrmehls gemacht werden, dies

52

53

Fig. 52.
ystem einer westindischen Siebwespe (Rhynchium carnaticum) in einem Bambusrohr (halb schematisch). Nach Smith.
lch, b Zwischenwände, c Zellraum mit Larven, d Zellraum mit Bienenbrot erfüllt; 1/2 nat. Gr.

Fig. 53.
Sandkörnern gebaute Röhren einer westindischen Siebwespe (Trypoxylon rejector), nat. Gr. Nach Smith.

Fig. 54.
nförmige Zellen einer andern westindischen Siebwespe (Eumenes exuriens), nat. Gr. Nach Smith.

Unter die zahlreichen Schmarotzer, welche an der luxuriösen Tafel der Stockbiene schwelgen, gehört auch eine Motte (Galleria cerella), die, dank ihrem verschmitzten Handwerk, oft furchtbare Verheerungen anrichtet, ohne daß die rechtmäßigen Eigenthümer etwas gegen sie unternehmen könnten. Sie spinnt sich nämlich aus abgebissenen Wachsstücken lange Gallerien zusammen, die sich oft, wie man an einem prächtigen Schaustück des Wiener Hofmuseums sehen kann, weit und breit in und zwischen den Waben verzweigen.

Fig. 49.
Eine Blattkäferlarve (Chlamys plicata) mit ihrem aus Pflanzenhaaren gewobenen Futteral.

Nestbauten der Bienen und Wespen.

Wir haben jetzt gesehen, daß die Kunst des Bildens oder Bauens von sämmtlichen Abtheilungen des großen Kerfreiches ausgeübt wird, und daß sowohl in Ansehung der Baumaterialien als auch der Baumethoden die allermannigfaltigsten Werke verrichtet werden.

Setzen wir nun einmal den Fall, daß uns alle diese Werke unbekannt und ausschließlich nur jene der Hautflügler allein bekannt wären, so würde deswegen unsere Kenntniß der Kerfindustrie im Allgemeinen keine wesentliche Einbuße erleiden.

Das kunst- und erfindungsreiche Geschlecht der Hautflügler bietet uns nämlich nicht bloß ein Bild der Gesammtindustrie der übrigen Kerfe und dies in den allerverschiedensten Stufen ihrer Entwicklung dar, sie zeigt uns zugleich das Insekt, und zwar als geselliges, als corporatives Wesen, auf der Höhe seiner schöpferischen Thätigkeit.

Todes, sondern Pflegestätten eines beständig sich erneuern-
Lebens sind.

Die wahren Meisterinnen im Blattschneiden und Blatt-
in sind aber die Megachile-Mütter, wie die einheimische

Fig. 55—57.
Bau einer westindischen Blattschneiderbiene (Megachile fasciculata).
Nach Smith.

55. Ausgeschnittene Rosenblätter.
56. Fertige Zelle, aufgeschnitten, zum Theil mit Bienenbrot gefüllt.
57. Bündel ineinandergesteckter Zellen in einem Vasenhenkel, 1/3 nat. Gr.

Fig. 58.
einer westindischen Siebwespe (Rhynchium nitidulum Fabr.), 1/3 nat. Gr.
Nach Smith.

Fig. 59.
einer westindischen Wespenart (Icaria variegata), nat. Gr. Nach Smith.

Larven, die sich selbst erhalten und ihre Freiheit oft theuer bezahlen müssen.

Bauten der solitären Immen.

Ohne weitere Umschweife gehen wir nun auf das Einzelne über und beginnen mit der untergeordnetsten Industrie, d. i. mit dem Höhlenbau.

Am rohesten verfahren die Mord- oder Grabwespen. Sie wählen sehr lockeres Erdreich, am liebsten eine Sandlehne, in der sie nun ihre bald seichteren, bald tieferen Löcher machen, oft mit einer Hast, daß ringsum der Staub aufsliegt. Diese Eile ist leicht zu begreifen, denn sie brauchen für jedes Ei einen eigenen und zwar einen ziemlich geräumigen Gang, da ja der größte Theil desselben von den erbeuteten Kerfen eingenommen wird, welche die Nahrung der ausschlüpfenden Larven bilden.

Ja, könnten sie denn nicht, um sich die Arbeit zu verkürzen, gleich gewissen Borkenkäfern, sämmtliche Eier in ein großes Loch verscharren? Im Anfang ist dies sicherlich auch geschehen, die Natur wird aber aus den gleich zu nennenden Gründen die gegenwärtige Gewohnheit begünstigt haben. Es liegt nämlich am Tage, daß die ausschlüpfenden Mordwespenkinder noch lieber als die ihnen bestimmten, mehrentheils halbtodten und zum Theil schon verwesenden Insekten ihre eigenen Brüder und Schwestern auffressen, was zu verhindern eben das gegenwärtige Isolirsystem geeignet ist.

Mit der Lage der Brutstätten nehmen es übrigens unsere Gräber am wenigsten genau; ja sie bohren sich oft, wenigstens in wenig betretenen Straßen, zwischen den Pflastersteinen ein. Manche dieser Schächte gehen aber oft anscheinend tiefer, als es noth ist. Dies wohl hauptsächlich mit Rücksicht auf die vielen Parasiten, die mit besonderer Vorliebe in diesen meist *wohl* verproviantirten Unterstandsörtern sich ansiedeln.

Bequemer als die eigentlichen Erdwespen können es sich die Erdbienen, d. h. jene Stachelträger machen, die ihre Brut nicht mit Fleisch- sondern mit Blütenkost versorgen, die ihrer

Fig. 50.
Erdzellensystem einer Trauerbiene (Andrena vicina Smith) nach Emerton.
a Hauptgang. In der untersten Zelle ein Pollenklumpen mit daraufgelegtem Ei. In der folgenden aus dem Ei schon die Larve entwickelt, bei d die erwachsene Larve, bei e die Puppe (welche also in der ältesten Zelle liegt, die zugleich die oberste ist). Nat. Gr.

größeren Nahrhaftigkeit und leichteren Verpackung wegen weit weniger Raum in Anspruch nimmt.

Allerdings gibt es auch Bienen, die für jedes Ei eine Separathöhle machen, in deren Grunde man, wenn man sich

die Mühe des Ausgrabens nicht verdrießen läßt, den einem gelben Maiskorn nicht unähnlichen Pollenklumpen mit dem darauf klebenden Ei, resp. dem weißlichen Würmchen antrifft. Dies ist aber doch die Ausnahme. Das jetzt fast allgemein gebräuchliche Verfahren ist das folgende, und man wird zugeben, daß es gegenüber dem andern einen großen Vortheil gewährt.

Um es kurz zu sagen, so handelt es sich um einen Zweigbau, darin bestehend, daß zunächst ein lothrechter Hauptschacht von der erforderlichen Tiefe angelegt wird, von dem aus dann Seitengänge mit den erweiterten Bruträumen oder Zellen ausgegraben werden.

Diese leider noch wenig studirten Erdbienen-Zweigbaue sind übrigens, sowohl was die Zahl der Separatzellen, als die Länge, Form und Richtung der Zugänge betrifft, äußerst mannigfaltiger Art. Bei dem in Fig. 50 im Längsschnitt abgebildeten, wo man von unten nach oben auch die einander folgenden Entwicklungsstadien sehen kann, stehen die Zellen äußerst schütter. Wir gruben hingegen letzten Herbst in einer von Ziegelfragmenten reichlich durchsetzten Sandbank ein Nest aus, an dem die haselnußgroßen Zellen am Hauptgange ringsum so dicht wie die Beeren einer Traube saßen. Der Umstand, daß wir das ganze Zellsystem fast unbeschädigt aus dem umgebenden lockeren Erdreich herausbekamen, beweist zugleich, daß alle Höhlungen mit einer klebrigen Masse ausgekleidet werden; denn nur durch eine solche konnten die zunächst anliegenden Steinfragmente so fest verkittet worden sein. Der gesammte hier in Rede stehende Bau war beiläufig einen Schuh lang und zählte gewiß weit über hundert Zellen. Welch eine im Vergleich zum Gewicht des Erbauers riesige Quantität Erde mußte derselbe also ausgehoben, und wie viele Tausende von Blüten mußte er abgesucht und geplündert haben um alle die Brutgemächer zu verproviantiren!

Wichtig ist Smith's Angabe, daß, wenn man das bauende Weibchen einfängt, das Männchen die unterbrochene Arbeit fortsetzt. Die in Rede stehende Biene baut übrigens nicht mit Sandkörnern, sondern, gleich der Mehrzahl der übrigen Maurerinnen, mit Lehm. Man sieht sie oft an Lehmgruben, wie sie mit Hilfe der Kiefer und Vorderfüße kleine Ballen nimmt und dann damit fortfliegt.

Fig. 62.
Ein geschlossenes und ein aufgebrochenes (einzelliges) Nest von Eumenes pomiformis, nat. Gr.

Viel Analoges mit den Nestern der Mörtelbienen haben jene der zahlreichen Pelopaeus-Arten, wovon Fig. 61 ein Muster bietet. Sie scheinen z. Th. ihr beschränkten Geistes zu sein. Smith erzählt nämlich von einer westindischen Form, P. madraspatanus, die ihre Schmnester mit Vorliebe in Fugen des Zimmerbodens oder Thürecken anbringt, und obwohl sie an diesen Orten oft zu wiederholten Malen zerstört werden, ihre Reconstruction doch immer wieder an derselben Stelle beginnen. Nach langen bittern Erfahrungen nehmen sie endlich allerdings Vernunft an.

Einer der gewandtesten Töpfer ist eine westindische Siebwespenart (Rhynchium nitidulum). Die Wände ihrer krugartigen Zellen (Fig. 58), welche sie gerne an Thürpfosten anbringt, sind trotz ihrer geringen Dicke von außerordentlicher Stärke. Man muß aber auch wissen, daß als Kitt und Firniß nicht bloß der Speichel, sondern auch das vogelleimartige Secret gewisser Pflanzen, wie z. B. von Ficus religiosa

[illegible]

[illegible] unter der [illegible]
[illegible] jeder [illegible]
[illegible] Fig. [illegible]
[illegible] und [illegible] nicht [illegible]
[illegible] der [illegible]
[illegible] einander [illegible]

[illegible] der [illegible] ist aber die [illegible] eine sehr regelmäßige, und [illegible] auch eine gleichbleibende und [illegible] Systeme [illegible] ist der [illegible], und kommt, im [illegible] nur bei den [illegible] vor.

[illegible] der [illegible], der insbesondere für die [illegible] und namentlich dort, wo die Zell

den Grillenlöchern wenigstens am Eingang nach oben führen, sondern eine wag- oder gar eine mehr lothrechte Richtung nehmen, zum Schutze gegen das Regenwasser, das die Brut ersäufen würde, entsprechend geschützt werden müssen. Die Minirspinnen haben zu dem Zweck ihre eigenen Thüren. Die meisten Bienen verstehen aber diese Kunst noch nicht, sondern sie verstopfen einfach die Mündung. Geschieht dies während des Bauens, so kann bei wechselnder Witterung ein solcher Vorgang die Arbeit sehr aufhalten; geschieht es aber, wenn das Werk vollendet, so wird dadurch der freie Luftverkehr zu sehr beschränkt.

Nun höre man, was die sog. Maurerwespe (Odynerus murarius, Fig. 51) macht. Vor der Mündung aller Stollen, die an sonnig gelegenen Erdbrüchen, hier im Pruththal z. B. häufig zu finden, löthet sie einen aus verkittetem Sand bestehenden, brunnenrohrartig gekrümmten Tubus an. Auffallen ist dieser seltsame Vorbau allen Entomologen; auch der unsinnigsten Erklärungen wurden schon genug gegeben. Nun, was ist es aber damit? Sicher wissen wir's allerdings nicht; wir glauben aber nicht weit fehl zu greifen, wenn wir sagen, es ist eine Art Traufe, ein Vor- oder Schutzdach nicht bloß für den Regen, sondern auch für den beständig von den Erdwänden sich ablösenden Sand, welcher den Gang verschütten könnte.

Fig. 51.
Rechts Stollenmündung und links Vorbau der Maurerwespe (Odynerus murarius), nat. Gr.

Freilich will es mit dieser Ansicht nicht recht stimmen, daß das Ende des Ansatzrohres in der Regel durchbrochen gearbeitet ist.

[illegible] Theilung der [illegible], auf welche nicht zu [illegible], wenn ein Paar Nestbauerinnen [illegible], d. h. wenn sie ihre Nester ent[illegible], oder, da dieß eine ihre Fähig[illegible] erforderte, schon [illegible], d. h. [illegible] bei der Anlegung der Zellen [illegible] jedem Betheiligten frei[illegible] selbst oder in den [illegible] aufzubewahren.

[illegible] Immen Beispiele einer [illegible]? Sicher beobachtet ist [illegible] bei den Erdbienen als sehr [illegible], daß unter besonders zwingenden [illegible] mehrere Individuen [illegible]. Wenn aber eine freiwillige [illegible] niemals vorkommt, sondern [illegible] so zu nennenden ge[illegible] vollständig aus ihrer [illegible] Organisationsweise.

[illegible] Immen kommen in ihren Zellen erst zur [illegible], wenn die Erbauerin längst gestorben und sie verlassen hat. Sie werden also durch Niemand veranlaßt, an ihrer Geburtsstätte noch länger zu verweilen und dieselbe für ihre Generation zu adaptiren und zu vergrößern, sondern jedes gründet sich wieder einen eigenen Herd.

Anders bei den socialen. Ein bald frei, bald in seiner Zelle überwinterndes Weibchen tritt im Frühjahr, wie bekannt, als Nestgründerin auf. Die [illegible] ihrer [illegible] erfolgt aber so allmählig, daß sie nicht benöthigt ist, gleich für alle die Zellen selbst zu bauen. Sie macht, wie Polistes z. B., zuerst nur einige wenige, belegt sie mit Eiern, ernährt die heranwachsenden Larven mit geeigneter Kost, während sie

glauben wir, daß diese zunächst von der Nestbauerin zu ihrem eigenen Zwecke, nämlich zur Entfernung des überflüssigen Bohrmehls gemacht werden, dies

52

53

Fig. 52.
Zellsystem einer westindischen Siebwespe (Rhynchium carnaticum) in einem Bambusrohr (halb schematisch). Nach Smith.
a Flugloch, b Zwischenwände, c Zellraum mit Larven, d Zellraum mit Bienenbrot erfüllt; 1/2 nat. Gr.

Fig. 53.
Aus Sandkörnern gebaute Röhren einer westindischen Siebwespe (Trypoxylon rejector), nat. Gr. Nach Smith.

Fig. 54.
Flaschenförmige Zellen einer andern westindischen Siebwespe (Eumenes exuriens), nat. Gr. Nach Smith.

umsomehr, als bei etlichen exotischen Holzbienen (X. chloroptera), die in von Natur aus hohlen Bambusröhren nisten, wo sie also keine Abfälle bei Seite zu schaffen haben, diese seitlichen Fahrlöcher wegbleiben. Freilich müssen sich dann die Bewohner der niederen Stockwerke gedulden, bis die der oberen ausgeflogen (Fig. 52).

Ja, woraus machen aber dann die Bambus-Bienen ihre Zimmerdielen? Aus Vogeldung, den sie von den Blättern abnagen! —

Die jetzt besprochenen Bruträume sind im Ganzen doch sehr roher Natur, wahre Proletarierwohnungen. Manche Immen belegen aber die kahlen Wände mit schönen Tapeten aus Seide, wie Colletes, aus dem Wollhaar verschiedener Blätter, wie z. B. Apis manicata, oder, und dies am öftesten, aus verschiedenen Laub- und Blumenblättern.

Gar malerisch nehmen sich z. B. die Erdgallerieen der sog. Mohnbienen aus, die man um die Erntezeit nicht selten in den Pfaden findet, welche durch die Kornfelder führen. Sie sind mit sehr regelmäßig beschnittenen Blattstücken der rothen Klatschrose ausgefüttert, wobei die Biene das Verfahren befolgt, daß sie, wenn die unterste Partie des Schachtes ausgekleidet und mit Atzung versorgt ist, die darüber emporstehenden Enden der Tapeten umstülpt, daraus also eine Art Stöpsel oder Scheidewand bildet, welche zugleich den Boden für die folgende Kammer abgibt. Da diese reichlich mit Honig gefüllten Röhren sehr viel von Ameisen besucht werden, wird nach Vollendung des Werkes von der Verfertigerin jede äußere Spur desselben sorgfältig vertilgt. Ohne daß wir etwas ahnen, schreitet also oft unser Fuß über Katakomben dahin, die gewiß nicht weniger sehenswürdig sind als die unterirdischen Gräber, welche der Mensch gebaut hat, ja, *insoferne* noch weit interessanter, als sie nicht Behausungen

des Todes, sondern Pflegestätten eines beständig sich erneuernden Lebens sind.

Die wahren Meisterinnen im Blattschneiden und Blattwickeln sind aber die Megachile-Mütter, wie die einheimische

Fig. 55—57.
Nestbau einer westindischen Blattschneiderbiene (Megachile fasciculata).
Nach Smith.

Fig. 55. Ausgeschnittene Rosenblätter.
„ 56. Fertige Zelle, aufgeschnitten, zum Theil mit Bienenbrot gefüllt.
„ 57. Bündel ineinandergesteckter Zellen in einem Vasenhenkel, 2/3 nat. Gr.

Fig. 58.
Nest einer westindischen Siebwespe (Rhynchium nitidulum Fabr.), 1/2 nat. Gr.
Nach Smith.

Fig. 59.
Nester einer westindischen Wespenart (Icaria variegata), nat. Gr. Nach Smith.

gleichzeitiger Verkürzung ihrer Entwicklungszeit würde also ohne Zweifel auch die solitären Immen auf die höhere Stufe der Geselligkeit erheben.

Nehmen wir nun zunächst die Bauten der Wespen vor. Von einer Detailschilderung kann freilich nicht die Rede sein; ein kurzer Ueberblick soll uns aber lehren, wie namentlich hier aus unscheinbaren Anfängen immer Größeres und Vollkommeneres hervorging, wobei wir die Natur die mannigfaltigsten Wege einschlagen, ja alle nur erdenklichen Methoden versuchen und durchprobiren sehen.

Schon die Baumaterialien sind sehr mannigfaltig. Meist sind es Pflanzengewebe, wie Rinde, Bast, Holz, Haarzellen, Blattstücke, selbst Pilzfäden, Flechten und Algen, und von der Beschaffenheit dieser einzelnen Stoffe hängt auch die jeweilige Farbe und die Festigkeit, sowie, als weitere Folge der letzteren, vielfach auch die Art der Wabenverbindung, also der Bauform ab. Eine Art, Polybia cayensis, macht aber, was höchst wichtig, eine Ausnahme. Sie baut nämlich noch immer mit dem gleichen Stoff, den alle solitären Immen verwenden, mit Erde.

Die genannten Pflanzenfragmente werden zunächst mit Hilfe des Speichels zu einer Art Pasta verarbeitet, die dann mittelst der Kiefer in bandförmige Streifen ausgezogen wird.

Inwendig bekommen die Zellen noch einen besonderen chitinähnlichen Hautbeleg.

Die ursprüngliche Form der Zellen scheint bei den geselligen Wespen die nämliche wie bei allen solitären zu sein, nämlich ein Cylinder mit theils flachem, theils ausgehöhltem oder concavem Boden. Die ersten Zellen z. B., welche die Polistes gallica (Fig. 64) anlegt, sind alle von dieser Gestalt. Mit der Zahlenzunahme der Zellen und dem dadurch bedingten engeren Verbande derselben gehen sie aber allmälig von selbst

unterscheiden sich von den Kothpatzen, die irgend ein Junge an die Wand wirft, für den Kenner nur dadurch, daß man darin, wenn man ihn zerbricht, regelmäßige Zellräume sieht.

Erbaut werden diese Nester aus „sorgfältig ausgelesenen" (?) Sandkörnern, die die Biene mit ihrem Speichel verkittet. Das Ganze besteht aus mehreren bis zu acht neben einander liegenden Zellen (Fig. 60), die aber, wie es scheint, jede für sich extra construirt und schließlich, wenn sie die Eier und das Larven-

Fig. 60.
Nest der Mörtelbiene (Chalicodoma muraria), nat. Gr.
(Zool. Museum Czernowitz.)

futter aufgenommen haben, einen gemeinsamen Anwurf bekommen.

Bezeichnend ist, daß unsere Töpfer sich nicht selten damit begnügen, ein vorjähriges Nest zu repariren oder gar die Unverschämtheit begehen, eine Kollegin aus dem ihrigen zu vertreiben; Letzteres wohl nur dann, wenn sie bis zur Zeit, wo ihnen die Eiablegung hart bevorsteht, keinen eigenen Bau zu Stande brachten. Unter solchen Umständen arbeiten manche mit wahrer Verzweiflung und Todes-

gleichzeitiger Verkürzung ihrer Entwicklungszeit würde also ohne Zweifel auch die solitären Immen auf die höhere Stufe der Geselligkeit erheben.

Nehmen wir nun zunächst die Bauten der Wespen vor. Von einer Detailschilderung kann freilich nicht die Rede sein; ein kurzer Ueberblick soll uns aber lehren, wie namentlich hier aus unscheinbaren Anfängen immer Größeres und Vollkommeneres hervorging, wobei wir die Natur die mannigfaltigsten Wege einschlagen, ja alle nur erdenklichen Methoden versuchen und durchprobiren sehen.

Schon die Baumaterialien sind sehr mannigfaltig. Meist sind es Pflanzengewebe, wie Rinde, Bast, Holz, Haarzellen, Blattstücke, selbst Pilzfäden, Flechten und Algen, und von der Beschaffenheit dieser einzelnen Stoffe hängt auch die jeweilige Farbe und die Festigkeit, sowie, als weitere Folge der letzteren, vielfach auch die Art der Wabenverbindung, also der Baustyl ab. Eine Art, Polybia cayensis, macht aber, was höchst wichtig, eine Ausnahme. Sie baut nämlich noch immer mit dem gleichen Stoff, den alle solitären Immen verwenden, mit Erde.

Die genannten Pflanzenfragmente werden zunächst mit Hilfe des Speichels zu einer Art Pasta verarbeitet, die dann mittelst der Kiefer in bandförmige Streifen ausgezogen wird.

Inwendig bekommen die Zellen noch einen besonderen chitinähnlichen Hautbeleg.

Die ursprüngliche Form der Zellen scheint bei den geselligen Wespen die nämliche wie bei allen solitären zu sein, nämlich ein Cylinder mit theils flachem, theils ausgehöhltem oder concavem Boden. Die ersten Zellen z. B., welche die Polistes gallica (Fig. 64) anlegt, sind alle von dieser Gestalt. Mit der Zahlenzunahme der Zellen und dem dadurch bedingten engeren Verbande derselben gehen sie aber allmälig von selbst

Wichtig ist Smith's Angabe, daß, wenn man das bauende Weibchen einfängt, das Männchen die unterbrochene Arbeit fortsetzt. Die in Rede stehende Biene baut übrigens nicht mit Sandkörnern, sondern, gleich der Mehrzahl der übrigen Maurerinnen, mit Lehm. Man sieht sie oft an Lehmgruben, wie sie mit Hilfe der Kiefer und Vorderfüße kleine Ballen formt und dann damit fort fliegt.

Fig. 62.
Ein geschlossenes und ein aufgebrochenes (einzelliges) Nest von Eumenes pomiformis, nat. Gr.

Viel Analoges mit den Nestern der Mörtelbienen haben jene der zahlreichen Pelopaeus-Arten, wovon Fig. 61 ein Muster gibt. Sie scheinen z. Th. sehr beschränkten Geistes zu sein. Smith erzählt nämlich von einer westindischen Form, P. madraspatanus, die ihre Lehmnester mit Vorliebe in Fugen des Zimmerbodens oder in Thürecken anbringt, und obwohl sie an diesen Orten oft zu wiederholten Malen zerstört werden, ihre Reconstruction doch immer wieder an derselben Stelle beginnen. Nach langen bittern Erfahrungen nehmen sie endlich allerdings Vernunft an.

Einer der gewandtesten Töpfer ist eine westindische Siebwespenart (Rhynchium nitidulum). Die Wände ihrer krugartigen Zellen (Fig. 58), welche sie gerne an Thürpfosten anbringt, sind trotz ihrer geringen Dicke von außerordentlicher Stärke. Man muß aber auch wissen, daß als Kitt und Firniß nicht bloß der Speichel, sondern auch das vogelleimartige Secret gewisser Pflanzen, wie z. B. von Ficus religiosa

gleichzeitiger Verkürzung ihrer Entwicklungszeit würde also ohne Zweifel auch die solitären Immen auf die höhere Stufe der Geselligkeit erheben.

Nehmen wir nun zunächst die Bauten der Wespen vor. Von einer Detailschilderung kann freilich nicht die Rede sein; ein kurzer Ueberblick soll uns aber lehren, wie namentlich hier aus unscheinbaren Anfängen immer Größeres und Vollkommeneres hervorging, wobei wir die Natur die mannigfaltigsten Wege einschlagen, ja alle nur erdenklichen Methoden versuchen und durchprobiren sehen.

Schon die Baumaterialien sind sehr mannigfaltig. Meist sind es Pflanzengewebe, wie Rinde, Bast, Holz, Haarzellen, Blattstücke, selbst Pilzfäden, Flechten und Algen, und von der Beschaffenheit dieser einzelnen Stoffe hängt auch die jeweilige Farbe und die Festigkeit, sowie, als weitere Folge der letzteren, vielfach auch die Art der Wabenverbindung, also der Baustil ab. Eine Art, Polybia cayensis, macht aber, was höchst wichtig, eine Ausnahme. Sie baut nämlich noch immer mit dem gleichen Stoff, den alle solitären Immen verwenden, mit Erde.

Die genannten Pflanzenfragmente werden zunächst mit Hilfe des Speichels zu einer Art Pasta verarbeitet, die dann mittelst der Kiefer in bandförmige Streifen ausgezogen wird.

Inwendig bekommen die Zellen noch einen besonderen chitinähnlichen Hautbeleg.

Die ursprüngliche Form der Zellen scheint bei den geselligen Wespen die nämliche wie bei allen solitären zu sein, nämlich ein Cylinder mit theils flachem, theils ausgehöhltem oder concavem Boden. Die ersten Zellen z. B., welche die Polistes gallica (Fig. 64) anlegt, sind alle von dieser Gestalt. Mit der Zahlenzunahme der Zellen und dem dadurch bedingten engeren Verbande derselben gehen sie aber allmälig von selbst

Chalicodoma (Fig. 60) beobachten, die einzelnen und durchgehends mehr weniger cylindrischen Zellen Wand an Wand neben einander gebaut werden.

Vergleichen wir nun den Nestbau-Styl der geselligen Immen mit dem der solitären, so finden wir keinerlei wesentliche Abweichung, überzeugen uns vielmehr, daß zwischen beiderlei Bauarten ein streng causeller Zusammenhang besteht, d. h. so wie die geselligen Immen, wie wir oben gezeigt, von solitären abstammen, so stammt auch der Bau-Grundplan der ersteren von dem der letzteren ab. Hier haben wir es übrigens ausschließlich nur mit Wabenbauten d. h. mit flächenhaften und zwar theils ein- theils (Stockbiene) zweischichtigen Vereinigungen von congruenten und zwar bald vorherrschend cylindrischen bald prismatischen Zellen zu thun.

Allerdings erscheint das mehrstöckige und von einer kunstvollen Hülle umgebene Hornissennest als etwas von der kleinen unregelmäßigen Pelopaeus-Wabe sehr Verschiedenes; das sind aber, wie sich zeigen wird, eben Combinationen und Zuthaten, wie sie theils durch die große Zahl der Zellen, theils durch gewisse andere Umstände, veranlaßt wurden.

Fig. 63.
Lehmzellen einer Osmia in einer Eichengalle.

Das Wichtigste bleibt zunächst immer, zu erklären, wie es überhaupt dazu kam, daß bei diesen Immen mehrere Individuen an einem Baue arbeiten.

Von einer westindischen Maurerbiene wurde erzählt, daß das Männchen, welches bei den Immen für gewöhnlich niemals bei der Brutpflege thätige Hand anlegt, doch die Güte hat, während sein Gespons um Baumaterial oder um Atzung abwesend ist, das Nest vor den zahlreichen öffentlichen und

Die winzige Leipomeles lamellaria z. B. baut Zellen schmäler wie ein Strohhalm (nämlich nur 1.33 mm. breit), während die Hornissenbecher bei 12 mm. im Durchmesser erreichen.

Was nun die „Zellkuchen" oder Waben anlangt, so zeigen sich diese nach Form und Umfang sehr verschieden. Gewöhnlich sind sie allerdings flach, manche aber auch concav oder, was häufiger, und selbst bis zur Kugelflächenwölbung (Synoeca cyanea), convex.

Der Umfang der Waben hängt zumeist von der Zahl der Zellen ab. So macht Myschocytharus (Fig. 66) nur ganz kleine Tafeln aus höchstens 6 Zellen, während die radgroßen Waben mancher Polybien an die tausend Becher zählen. Wo mehrere Waben über einander hängen, nehmen sie entweder von oben nach unten beständig an Umfang zu, oder sie wachsen erst und nehmen dann wieder ab, wie die Parallelkreise auf einem Globus (Fig. 72), dies jedoch nur bei Wabensystemen, die eine gemeinsame Hülle haben.

Das Interessanteste ist der eigentliche Baustyl der Wespennester. Naturgemäß theilen wir dieselben in ein- und in mehrwabige ein, wobei dann wieder solche ohne und solche mit Hüllen zu unterscheiden sind.

Das primitivste ist das einwabige, hüllenlose Nest. Doch auch hier gibt es wieder mehrere Unterarten. Zunächst solche, wo die Wabe ihrer ganzen Fläche nach dem Träger unmittelbar sich anschließt (Fig. 67). Dies ist also eine Methode, die gar nicht einfacher sein könnte. Sie wird von Apoica pallida cultivirt, welche somit unter allen Nestbauern die tiefste Stufe einnimmt.

Bei andern wird die Wabe durch besondere Pfeiler oder Stützen am Träger befestigt, und zwar entweder durch Seitenpfeiler, wie bei Icaria variegata (Fig. 59), oder durch central

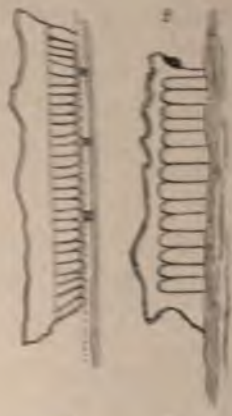
zwischen hinein wieder neue Zellen zu den alten hinzufügt. Nun kommt der für die Existenz der Kolonie entscheidende Moment. Eine junge Wespe durchbricht den Deckel. Sie könnte, wenn sie nach kurzer Zeit zum freien Gebrauch ihrer Glieder gelangt ist, das Nest verlassen. Natürliche Anhänglichkeit an das verwandte Wesen, das sie zuerst erblickt, das ihr beisteht, das sie nährt u. s. w., und dann wohl auch eine gewisse ebenso leicht begreifliche Zärtlichkeit von letzterer Seite üben aber auf das Kind (in der Regel!) einen stärkeren Zwang aus, als der Trieb nach Freiheit. Sie bleibt also und wird so unter der Oberleitung der Mutter deren Helferin. So geht es auch mit den übrigen, die allmälig dem Vereine zuwachsen, der mit der steigenden Kopfzahl und dem fortschreitenden Gedeihen des Familienhauses immer inniger und fester wird.

Was ist somit der letzte Grund der Geselligkeit überhaupt und des geselligen Bauens insbesondere? Die Möglichkeit des Contactes zwischen der Mutter und ihren Kindern; denn die letzteren associiren sich nicht direkt unter einander, sondern mit der ersteren. Und wovon hängt die Möglichkeit dieses Contactes ab? Von zwei Umständen: Erstens von einem innerlichen, nämlich von der Thätigkeit der Geschlechtsdrüsen, welche so beschaffen sein muß, daß die Entwicklungsdauer der Eier, d. h. die Zeit, welche zwischen dem Ablegen der ersten und letzten Eier verstreicht, größer ist, als die Entwicklungsdauer der jüngsten Larven. Letztere aber wird, zum Theil wenigstens, eben durch den zweiten äußeren Umstand verkürzt, nämlich einerseits durch eine erhöhte Temperatur, in welcher die Ausbrütung erfolgt, und andererseits durch eine gesteigerte Sorgfalt der Mutter betreffs der Ernährung.

Eine — völlig im Bereich der Möglichkeit gelegene — Verlangsamung der Eiabreisung bei

Erde nisten, aus naheliegenden Gründen den Schutzmantel nicht entbehren können.

In den einfachsten geschlossenen Nestern rechnen wir jene, bei welchen die Waben, wie oben, isolirt an einem Aste stehen. Beispiele bieten der Chatergus apicalis (Fig. 70) und die berühmte Tatua mario (Fig. 72), die ihr riesiges Nest mit einer schön gerieften Hülle umgibt, welche an Stärke und Weiße dem besten Carton gleichkommt.



68 67

Fig. 67.
Nestlängsschnitt von Polybia pediculata (in der Hülle ein seitliches Fluchloch), nat. Gr.

Fig. 68.
Ebenso von Polybia sedula, nat. Gr. Nach Möbius.

Wir kommen nun zu den strenge so zu nennenden Wabensystemen, d. h. zu jenen Nestern, bei welchen die Zelltafeln nicht durch natürliche, sondern durch künstliche Träger zu einem einheitlichen Gebäude verbunden werden. Dies geschieht stets auf die Art, daß die einzelnen Waben etagenartig und zwar natürlich immer von oben nach unten an einander gefügt werden. Es ist also ein horizontaler Hänge- oder Säulenbau.

Als die einfachste Methode sehen wir dabei die an, wo die erste, am natürlichen Träger befestigte Zelltafel zum Boden der zweiten wird. Da sich aber die Zellen der ersteren stets nach unten öffnen müssen, so kann die Anfügung der zweiten Wabe nur mittelst Hängepfeilern oder Tragbändern geschehen, die so lang sein müssen, daß zwischen beiden Waben ein hinreichender Spielraum für die Arbeitsleute übrig bleibt. Die

ahl der auf diese Art an einander gefügten Stockwerke hängt er theils von der Volkszahl, theils von der Widerstandshigkeit des natürlichen Trägers ab. Ist letzterer etwa

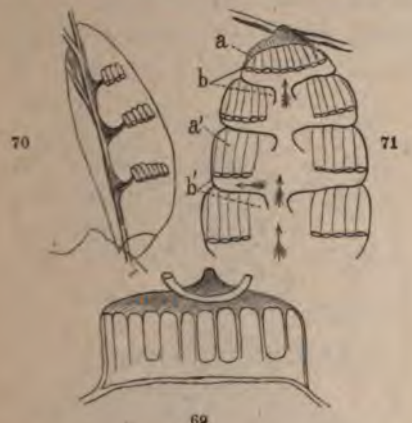


Fig. 69. Restlängsschnitt von Polybia eatillifex, nat. Gr.
" 70. Ebenso von Chatergus apicalis, verkl.
" 71. Ebenso von Polybia rejecta.
(Schematisch nach Möbius.)

dünner Zweig, der, wenn die Waben an Zahl zunehmen, h bedenklich biegt, so wird der Bau abgeschlossen und ein eiter angefangen. In der Regel lassen es aber die Wespen cht darauf ankommen; die Gründerin wählt schon im vornein eine passende Stütze aus.

Es ist evident, daß bei dieser Bauart eine gemeinsame ülle nicht unbedingt nothwendig ist, und wenn man auch sher keine hüllenlosen fand, so wird man sie vielleicht noch nden, oder es hat doch wahrscheinlich früher solche gegeben. der, fragen wir, wenn einwabige Nester ohne Hülle estehen können, warum sollen es nicht auch die ehrwabigen?

n, und von einer gemeinsamen Ringmauer umgeben so sehen wir uns in Bezug auf die jetzt zu er- nden vergebens um eine Analogie in der menschlichen hnik um. — Man betrachte den Aufriß eines Nestes er zahlreichen bei uns leider fehlenden Polybia-Species 71. Jede der oft in die Dutzende zählenden Waben (a')

Fig. 75.
Nest der gemeinen Wespe.

re Extra-Hülle; sie bildet ein Haus, ein geschlossenes s für sich.

abei hat dann jede einzelne Abtheilung entweder ihre ere Seitenthür, d. h. die einzelnen Stockwerke sind nmen *von einander separirt*, es müssen also die In-

wohner des einen aus ihrem Gemach ins Freie herausgehen, um in ein anderes zu kommen, oder es führt, wie an unserem Beispiel, durch eine Reihe von Thoren, eine gemeinsame Straße vom untersten Stockwerk zum Giebel empor.

Das Ganze ist übrigens seiner Construction und historischen Entwicklung nach offenbar das Einfachste, was man sich von einem umhüllten Wabensystem vorstellen kann, ja man müßte die Wespen geradezu für blöd halten, wenn sie auf diese simpelste aller Bauarten, die streng genommen nicht einmal das erfordert, was man einen Plan nennt, nicht verfallen wären.

Der Ausgangspunkt ist ein einwabiges geschlossenes Nest (a), das, um den einfacheren Fall zu setzen, das Flugloch seitwärts hat. Was sollen nun, fragt es sich, die Wespen thun, wenn sie neue Zellen brauchen und, um sich nicht trennen zu müssen, dieselben mit dem alten Nest in irgend eine Verbindung bringen wollen? Sie brauchen absolut nichts zu erfinden, so wenig wie die andern, welche die neue Wabe mittels Säulen an die offene alte heften, ja ihnen ist die Sache noch viel näher gelegt. Sie brauchen nur den Hüllboden des ersten Nestes (b) zu dem zu verwenden, wozu sie den natürlichen Träger, den Ast, das Brett oder dergl. verwendeten, kurzum sie haben nur das zweite Nest an das erste zu hängen.

Ist aber, wie in Fig. 71, im ersten Nest das Flugloch in der Mitte des Hüllbodens, so bauen sie die Zellen eben vom Umfang desselben aus, sintemalen sie ja keine in die freie Luft construiren können.

So wie sie aber das erste Nest machten, so müssen sie gewohnheitsgemäß auch das zweite formen, d. h. sie werden unter ihm wieder die äußere aber öfter aus besonderen Zellen bestehende Hülle zusammenschließen. Und die folgenden Etagen? Doch genetisch verdienen sie ja gar nicht diesen

Zahl der auf diese Art an einander gefügten Stockwerke hängt aber theils von der Volkszahl, theils von der Widerstandsfähigkeit des natürlichen Trägers ab. Ist letzterer etwa

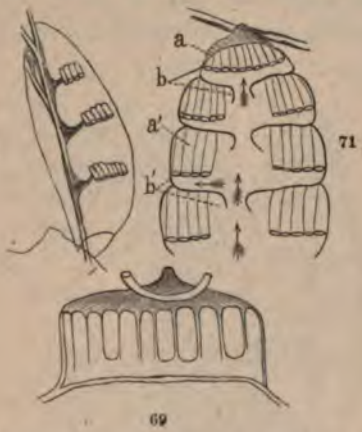


Fig. 69. Nestlängsschnitt von Polybia catillifex, nat. Gr.
„ 70. Ebenso von Chatergus apicalis, verkl.
„ 71. Ebenso von Polybia rejecta.
(Schematisch nach Möbius.)

ein dünner Zweig, der, wenn die Waben an Zahl zunehmen, sich bedenklich biegt, so wird der Bau abgeschlossen und ein zweiter angefangen. In der Regel lassen es aber die Wespen nicht darauf ankommen; die Gründerin wählt schon im vorhinein eine passende Stütze aus.

Es ist evident, daß bei dieser Bauart eine gemeinsame Hülle nicht unbedingt nothwendig ist, und wenn man auch bisher keine hüllenlosen fand, so wird man sie vielleicht noch finden, oder es hat doch wahrscheinlich früher solche gegeben. Oder, fragen wir, wenn einwabige Nester ohne Hülle bestehen können, warum sollen es nicht auch die mehrwabigen?

Ueber die äußere Form der Nesthüllen mag Fig. 75 und Fig. 76 einen Begriff geben; in Bezug auf ihre Construction werden aber mehrere Systeme befolgt. Häufig bestehen sie aus einem einzigen Blatt; andere Male aus mehreren, die zwiebelschalenartig übereinandergreifen, oder es wird, wie bei

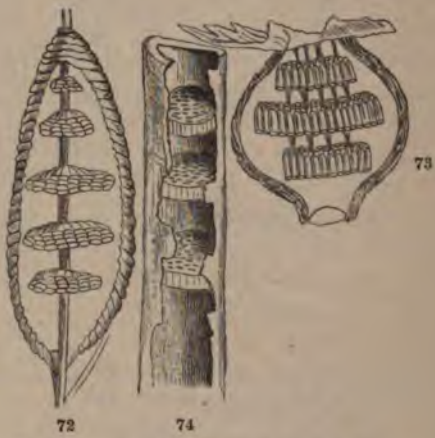


Fig. 72. Nest von Tatua morio (Hülle aufgebrochen), sehr verkl.
„ 73. Wabensatz von Polybia rejecta mit der (schematisch) umschriebenen blasigen Hülle einer Hornißburg, verkl.
„ 74. Hornißwaben in einem hohlen Baum.

der Horniß, der Mantel aus eigenen Zellen zusammengefügt und bekommt so ein schwammartiges Aussehen.

Was das Flugloch betrifft, so befindet sich dasselbe fast durchgehends am unteren Pol. Bei etlichen besteht aber eine offenbar sehr praktische Theilung der Passage, indem sie sich eine besondere Ein- und Ausgangsthür verfertigen.

Gleichen die letztbesprochenen Nester einem umgekehrten mehrstöckigen Hause, dessen offene Etagen durch Säulen ver-

bunden, und von einer gemeinsamen Ringmauer umgeben sind, so sehen wir uns in Bezug auf die jetzt zu erwähnenden vergebens um eine Analogie in der menschlichen Bautechnik um. — Man betrachte den Aufriß eines Nestes einer der zahlreichen bei uns leider fehlenden Polybia-Species in Fig. 71. Jede der oft in die Dutzende zählenden Waben (a')

Fig. 75.
Nest der gemeinen Wespe.

hat ihre Extra-Hülle; sie bildet ein Haus, ein geschlossenes Ganzes für sich.

Dabei hat dann jede einzelne Abtheilung entweder ihre besondere Seitenthür, d. h. die einzelnen Stockwerke sind vollkommen von einander separirt, es müssen also die In-

wohner des einen aus ihrem Gemach ins Freie herausgehen, um in ein anderes zu kommen, oder es führt, wie an unserem Beispiel, durch eine Reihe von Thoren, eine gemeinsame Straße vom untersten Stockwerk zum Giebel empor.

Das Ganze ist übrigens seiner Construction und historischen Entwicklung nach offenbar das Einfachste, was man sich von einem umhüllten Wabensystem vorstellen kann, ja man müßte die Wespen geradezu für blöd halten, wenn sie auf diese simpelste aller Bauarten, die streng genommen nicht einmal das erfordert, was man einen Plan nennt, nicht verfallen wären.

Der Ausgangspunkt ist ein einwabiges geschlossenes Nest (a), das, um den einfacheren Fall zu setzen, das Flugloch seitwärts hat. Was sollen nun, fragt es sich, die Wespen thun, wenn sie neue Zellen brauchen und, um sich nicht trennen zu müssen, dieselben mit dem alten Nest in irgend eine Verbindung bringen wollen? Sie brauchen absolut nichts zu erfinden, so wenig wie die andern, welche die neue Wabe mittelst Säulen an die offene alte heften, ja ihnen ist die Sache noch viel näher gelegt. Sie brauchen nur den Hüllboden des ersten Nestes (b) zu dem zu verwenden, wozu sie den natürlichen Träger, den Ast, das Brett oder dergl. verwendeten, kurzum sie haben nur das zweite Nest an das erste zu hängen.

Ist aber, wie in Fig. 71, im ersten Nest das Flugloch in der Mitte des Hüllbodens, so bauen sie die Zellen eben vom Umfang desselben aus, sintemalen sie ja keine in die freie Luft construiren können.

So wie sie aber das erste Nest machten, so müssen sie gewohnheitsgemäß auch das zweite formen, d. h. sie werden unter ihm wieder die äußere aber öfter aus besonderen Zellen bestehende Hülle zusammenschließen. Und die folgenden *Etagen*? Doch genetisch verdienen sie ja gar nicht diesen

Fig. 72. Ausgehöhltes Blatt einer Geschlechtswespe, nach der Wahl.

gleich gesagt, daß dieses besondere Verfahren nur beim betreffenden Materiale, d. i. also beim Wachs mit Vortheil anzuwenden ist.

Ein flüchtiger Ueberblick nun, den wir auf die Werke der Wachsbauer werfen, offenbart uns das nämliche Gesetz der stetigen Entwicklung, wie wir es in anschaulichster Weise schon bei den Wespen erkannt.

Es gibt Wachsbienen, z. B. die westindische Apis floralis, die, gleich den Polistes, nur eine einzige offene Tafel von Zellen bauen, und manche, wie die Melopona's, stehen in ihrer Kunst sogar noch tiefer und etwa auf gleichem Fuß mit den Mörtelbienen, da sie ihre Zellen nicht hart an einander fügen, sondern durch Brücken und Pfeiler nur lose verknüpfen. Und da diese Melipona's-Zellen nicht eckig, sondern kessel- oder topfartig sind, so haben wir damit einen neuen Beweis, daß der Prismenbau nichts Primäres, sondern nur ein Werk des fortschreitenden engern Zusammenrückens der ursprünglich rundlichen Zellen ist.

Lehrreich ist auch, daß gewisse Melipona-Völker horizontale Waben machen, die sie, genau wie die Horniß, durch lothrechte Pfeiler mitsammen verbinden.

Einen völlig neuen Baustyl treffen wir, wie gesagt, erst bei der Stockbiene an. Das Charakteristische ist bekanntlich dieses. Die Stockbienen führen die Zellen nicht vollkommen frei auf, sondern sie arbeiten wenigstens die Böden derselben aus soliden Wachskuchen heraus, die sie aber nicht wage-, sondern lothrecht an die Decke ihrer Nisthöhle resp. des Korbes hängen. Das Wachs aber, das sie, um den untern Theil der Zelle zu machen, aus dem Kuchen herausnagen, verwenden sie zugleich, um den obern Theil zu verfertigen.

Bei dieser Verfahrungsweise wär' es gewiß sehr ungeschickt, wenn sie den Kuchen nur auf einer Seite in eine *Zellflur* umgestalteten; ja wir nehmen an, daß dies auch

früher nie geschah, sondern daß sie sofort ihr Werk von beiden Seiten begannen.

Ursprünglich mögen die einander zugekehrten Böden der beiderseitigen Zellen, wie bei den Wespen, eben oder napfförmig und die Zellen selbst cylindrisch gewesen sein.

Nachdem letztere aber, um Raum zu gewinnen, oder richtiger, um Wachs zu sparen, immer enger an einander gefügt und deshalb von selbst prismatisch resp. hexagonal wurden, was war da natürlicher, als daß sie auch die Böden pyramidalisch beziehungsweise trigonal machten?

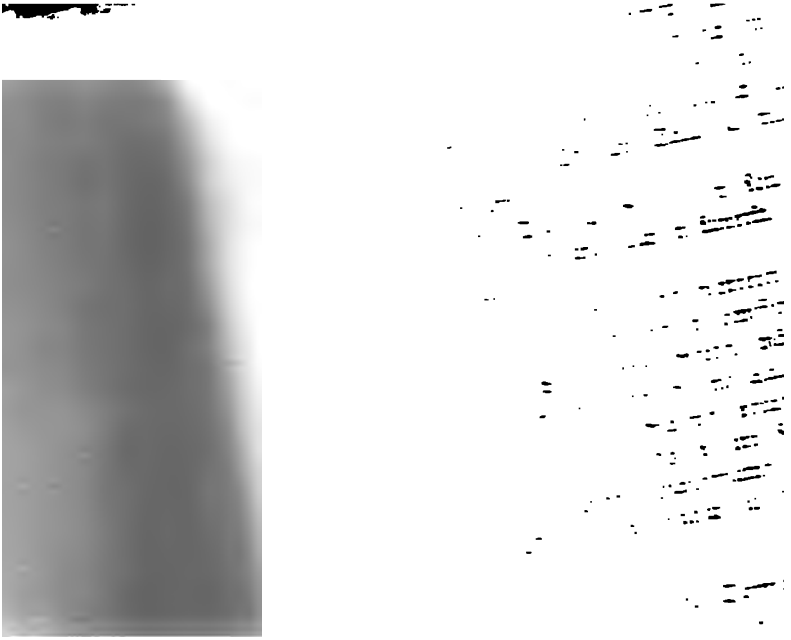
Und insoweit ist denn die zweischichtige Wabe der Stockbiene in der That das Ideal eines Zellnestes.

In Bezug auf das Detail der Ausführung sei der Leser auf die reiche Bienenliteratur, zumal auf das klassische Werk

Fig. 77.
Stück Flächenansicht einer Bienenwabe mit drei von „Heftzellen" bedeckten Weiselwiegen, nat. Gr.

des berühmten Huber verwiesen. Bloß Eins noch. Bei den Wespen scheinen die meisten Zellen von einer Größe; bei den Bienen dagegen hat die weitergehende Differencirung des ganzen Volksthums, wir meinen dessen strenge Sonderung in eierlegende Weibchen, in Arbeiter und in Männchen, sich auch am Zellbau verkörpert. Für die Arbeiter werden nämlich

Fig. 70. Ausgehöhltes Blatt einer Geranium. Nach der Natur.



bietet sich ein neues noch bewegteres Schauspiel dar: die Immen- sind zu Ameisennestern geworden, in den Gängen, welche mit vieler Mühe die Erdbiene gegraben, laufen nunmehr, in gewohnter Hast, die schwarzen, braunen und gelben Schmalbrüste, und in den netten Kämmerchen, wo einst, auf einer Blütenstaubkugel, die Immenmade ihrer Vollendung entgegenreifte, da liegen nun Häufchen von unzähligen Eiern, Larven oder Puppen unserer obligaten Spaziergänger.

Dies ist die Wechselwirthschaft im Insektenleben; dies Beispiel zeigt uns auch, wie wenig von manchen sog. „Bauten" der Ameisen zu halten ist, die ja vielfach auch ganz auf eigene Faust die Erde nach Wurzeln und todten Kerfen durchwühlen.

Was aber die Ameisen in der Erde suchen und machen, das suchen und machen sie unter Anderm auch im Holz. Daß letzteres von verschiedenen Kerfen nach allen Richtungen durchgraben und so, langsam aber stetig, in Moder verwandelt wird, wissen wir. Brechen wir nun, wie wir vorher eine Erdscholle entfernten, ein Stück eines alten Baumstammes los, so wiederholt sich auch genau dasselbe Bild: die Wurmlöcher sind von Ameisen und ihrer reichen Brut bewohnt, die das Werk ihrer Vorgänger übernommen haben und zu Ende führen.

Wir müßten aber wahrlich über die Thaten der Ameisen schlecht unterrichtet sein, wenn wir den Leser glauben machen wollten, daß sie bei der Besorgung der Nistplätze stets nur improvisirten resp. andere Kerfe für sich sorgen ließen. Wir wollten ihm bloß begreiflich machen, daß manche Ameisen hinsichtlich ihrer Bauthätigkeit auf einer sehr niederen Stufe sich befinden, und daß speciell bei manchen von ihnen die Veranlassungen zum Bauen sehr naheliegende sind.

Mustern wir nun zunächst die eigentlichen Höhlenbauten.

Die Anlegung eines wenigstens in seinen Dimensionen großartigen Erd-Tiefbaues hatten wir jüngst zu beobachten

aber, frei von allen Separationsgelüsten, doch nur eine einzige große Mustergesellschaft ausmachen.

Daß sich viele dieser Erdhügel allmälig mit einer dichten Vegetation bedecken, kann den Termiten nur erwünscht sein. Aber wie sieht's nun im Innern aus? So langweilig

Fig. 79.
Termitenbau aus Pengelow in Vorderindien. 1/5 nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

regelmäßig wie in einem Bienenstocke allerdings nicht. Die Termiten bauen eben kein modernes Zellengefängniß, sondern ihre Hügel haben mehr von der Romantik eines alten Ritterschlosses, ein Vergleich, der durch die zahlreichen geheimen

zu überkleiden, theils um unnöthige Gänge zu verstopfen, oder, wo ein Einbruch droht, neue Wände und Stützen aufzuführen.

Bei den oben erwähnten Ameisen- und Immennestern, die an steil abfallenden Wänden errichtet werden, kann das Auswurfsmaterial, da es den Abhang hinunterfällt, nicht weiter verwendet werden. Anders ist es bei jenen Höhlen, die in einem mehr flachen Terrain gegraben werden. Hier thürmt sich allmälig und ohne, daß dies anfangs beabsichtigt war, über dem unterirdischen Bau ein Hügel auf, der, wenn die subterranen Gänge in ihm fortgesetzt werden, selbst zu einem Bau, und zwar vorzüglich zu einem Brutofen wird, indem hier Eier, Larven und Puppen den für ihre raschere Entwicklung günstigen Einwirkungen der Sonne weit besser zugänglich sind, als unten, im kühlen Schooß der Erde. —

Die meisten in der Erde oder in einem darin wurzelnden Baumstrunk nistenden Ameisen machen nun auch in der That einen solchen, mehr weniger kunstvollen Oberbau. Ganz besonders lehrreich ist es aber, wahrzunehmen, wie das Material, aus dem diese Hügel zusammengesetzt sind, ferner die Ausdehnung und die innere Struktur derselben mit der jeweiligen Bodenbeschaffenheit sich ändert.

In tiefgründigem Boden, wie wir ihn z. B. hier in den Laubwäldern des Pruththales haben, bestehen alle Ameisenhügel, und man findet darunter förmliche Berge, aus purer Erde, und die Gänge dringen oft eben klaftertief in den Boden ein.

In den Nadelwäldern der Alpen aber, auf steinigem Terrain, dem sich schwer etwas abgewinnen läßt, werden die Nester größtentheils aus zusammengetragenen Nadeln, Harzstücken, Steinchen, Reisig und was eben bei der Hand, aufgethürmt, und mit einem so lockeren und gemischten Materiale

in der Mitte des Gebäudes und zwar im Erdgesch
gleicht einem Backofen und muß, wenn sich die Kö
gesegneten Umständen befindet, fortwährend erweitert
Die Wochenstuben bestehen nicht aus Thon, wie die
Gemächer, sondern aus Holzsplittern, die mit Gummi
werden. Letztere findet man wenigstens mit allerlei P
stücken und eingedickten Pflanzensäften vermischt in d
gazinen deponirt.

Von großer Geschicklichkeit zeugt die Anlage der so
erwähnten Gänge oder Tunnels. Ursprünglich sind es, g
Pariser Katakomben, die Anbrüche, woraus die Baumc
genommen werden, und nachher auch die großen A
durch welche die Termiten ihren unterirdischen Räubere
gehen. Bei ihrer Einmündung in das Innere stehen
andern kleineren Gängen in Verbindung, welche an der
seite der äußeren Hülle spiralförmig aufsteigen. A
sprengen die Termiten zur Abkürzung gewisser Wege
z. B. behufs der Translocirung der Brut zu machen
eine Art „Riesenstiege" oder Brücke, von der alte und
Beobachter nicht Wunder genug erzählen können.

„Aber nicht den Erbauern allein," sagt Fritsch,
diese Termitenberge Schutz und Brutraum, sondern au
liche Schaaren wirklicher Ameisen erobern sich Theil
Burgen und man findet sie oft besetzt mit den fremd
dringlingen, während die rechtmäßigen Besitzer sich
mehr einschränken müssen. Selbst verschiedene vi
Thiere schlagen darin ihr Lager auf, indem sie vom
aus die Kuppeln aushöhlen, wie das Erdferkel, der
und andere. Außerdem bergen sie einen ganzen Chor
gebetener Gäste aus dem Reiche der Insekten, welche v
Ameisen leben, besonders mehrere Laufkäfer, abgeseh
jenen Arten, die ihnen befreundet sind."

Im Wesentlichen lassen sich denn auch bei ihnen dreierlei Formen unterscheiden. Solche, die sich ausschließlich unter der Erde befinden, solche, die zugleich einen hügelartigen Oberbau haben, und eine dritte Gattung, welche man als Baumnester bezeichnen kann.

Die zweite Form hat seit Smeathman und Savage am meisten von sich reden gemacht, und mit diesen Bauten, den kolossalsten und architektonisch vollendetsten Werken der Insekten überhaupt, wollen wir denn auch dieses Kapitel beschließen.

Die großartigsten Termitenpaläste scheinen in gewissen Steppengegenden Afrika's vorzukommen. Sie gleichen gewaltigen Heuschobern, indem sie nicht selten, bei einem Grundumfang von 8 bis 10 Klaftern, eine Höhe von 2 bis 3 Klaftern und darüber erreichen. Stellenweise stehen sie hart neben einander, und der in die Niederungen herabsteigende Reisende glaubt ein Negerdorf vor sich zu haben, dessen backofenartige „Häuser" aber, in der Nähe besehen, weit niedriger sind. Das Material ist mit dem Speichel vermischter und wohl gekneteter Thon und die Färbung von der Umgebung oft sehr abstechend. Merkwürdig ist die Construction dieser Dome. Zunächst werden zahlreiche kleine Thürmchen und Spitzen (Fig. 79) neben einander errichtet, worauf die Zwischenräume allmälig ausgefüllt werden. Dies gibt den Unterbau, das Erdgeschoß. Nun kommen darüber neue Aufsätze, die später abermals vereinigt werden, das erste Stockwerk.

In ähnlicher Weise folgt nun eine Etage nach der andern, bis diesen nichtsnutzigen Titanen das Hinauftragen des Baumaterials doch zu beschwerlich wird. Man sieht sofort, daß es sich hier nicht um ein einfaches Familienhaus wie beim Bienenstock, sondern um eine wahrhaftige Stadt, wo nicht um einen „Bundesstaat" handelt, dessen einzelne Communitäten

aber, frei von allen Separationsgelüsten, doch nur eine einzige große Mustergesellschaft ausmachen.

Daß sich viele dieser Erdhügel allmälig mit einer dichten Vegetation bedecken, kann den Termiten nur erwünscht sein. Aber wie sieht's nun im Innern aus? So langweilig

Fig. 79.
Termitenbau aus Pengelow in Vorderindien. 1/3 nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

regelmäßig wie in einem Bienenstocke allerdings nicht. Die Termiten bauen eben kein modernes Zellengefängniß, sondern ihre Hügel haben mehr von der Romantik eines alten Ritterschlosses, ein Vergleich, der durch die zahlreichen geheimen

Gänge oder Laufröhren, welche allerwärts von den Kellerräumen nach außen sich verbreiten und oft mit den Nachbarbauten communiciren, noch erhöht wird. Bewohnt wird in der Regel nur der untere Theil; der obere oder die Kuppel (Fig. 80) bleibt leer und scheint eine Art Luftregulatur, vielleicht auch ein Zufluchtsort bei feindlichen Angriffen zu sein.

Fig. 80.
Termitenbau. Oben die Kuppel, unten die Bruträume (Königinzellen).
Nach Smeathman.

Der eigentliche Wohnraum enthält vorerst die Thronsäle der Königin (Fig. 80), ferner anstoßend die Nähranstalten für die Jungen, die sog. „Wochenstuben", weiter das Vorrathshaus oder die Magazine und dann ringsum noch ein unentwirrbares Labyrinth von Gallerien, Durchgängen und aller Arten von Hohlräumen. Das königliche Gemach liegt meist

Bei einer [illegible] will Kirby etwas Aehnlich[illegible] gesehen haben; [illegible] Geruch wäre äußerst widerwärtig.

Die [illegible] Larve der Chrysomela populi [illegible] nicht weniger als 9 Paare solcher Stinkdrü[illegible] ist bei ihr, nach De Geer, die Secretflüssigkeit nach [illegible] weiter [illegible].

Die [illegible] Komödie mit dem Bombardierkäfer [illegible] bei Brachinus [illegible] u. A. — wollen [illegible]. Nach L. Dufour ist das gelblichrothe S[illegible] welches nach Erschütterung der einen „blauen Rauch" [illegible] wird, ätzend, röthet [illegible] Papier und brennt die Haut.

Sehr bekannt ist bei den Kerfen auch die Sitte [illegible].

Einige Käfer, Chrysomela brassicæ, Silpha [illegible] etc., gehen fast regelmäßig, wenn man sie angreif[illegible] ganz äußerst unangenehme Tropfen von sich, desgleichen [illegible] Raupen, deren klebriger Speichel kaum wegzubringen.

Einen geradezu giftigen Geifer schleudern einem [illegible] Insektenfänger und dies oft aus [illegible] Entfernung entgegen; nach [illegible] östlichen Nachrichten brachte [illegible] selbe mehrmals heftige [illegible] entzündungen hervor.

Fig. 27.
Das [illegible] Raupe von Hydrocampa Nymphæalis Pabr. mit [illegible] (a, b).

Eigenthümliches weiß [illegible] Mac Leay von einer [illegible] blattwespenraupe (Pteronus [illegible] zu erzählen. Reizt man [illegible] so spritzt sie einem einen [illegible] tropfen entgegen; und kaum [illegible] sieht man sich's, so folgen alle anwesenden Kameraden „ihr[illegible]

iel", so daß man mit einem förmlichen Spuckregen
rt wird.

Vom spontanen „Blutschwitzen" der „Oelmutter" (Meloe),
limelien, gewisser Coccinellen und Asiliden (A. crabroni-
s) war schon im ersten Bande die Rede; über das

Fig. 82.
t flockigen Wachsausschwitzungen behangene Cicadide (Phaenax auricoma) aus
Mexiko, nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

anische weiß man aber vorläufig eben so wenig, wie
fs der meisten übrigen Absonderungen.

Stellenweise sind sicher besondere Entleerungsmuskeln
en, so höchst wahrscheinlich bei der von De Geer beob-
ten Larve von Tenthredo lutea, die ihr Hautsecret in
ichen Strahlen *herausspritzt.*

Das sind also oder waren doch ursprünglich durch die Organisation bedingte Reflexthätigkeiten, die von vorne herein mit der Beschützung des Organismus gar nichts zu thun haben, die aber, wenn sie unter Umständen demselben nützlich sind, gerade so wie die gewissen rein morphologischen Auszeichnungen, durch natürliche Auslese erhalten, beziehungsweise auch für den angedeuteten Zweck abgeändert und vervollkommnet werden.

Ob und wann aber derlei Lebensäußerungen, wozu auch manche Lautproduktionen gehören, für die Beschützung des Körpers vortheilhaft sind, ist durchaus nicht so leicht zu entscheiden, und man kann in dieser Hinsicht nicht skeptisch genug sein.

Die nachfolgende kurze Skizze einiger einschlägiger Erscheinungen verfolgt vornehmlich den Zweck, die Entomologen zu näherer Prüfung derselben einzuladen.

Wir beginnen mit dem „Sichtodtstellen", was aber der Physiologe einen Starrkrampf, einen Tetanus nennen würde; denn sichere Beweise für die Willkürlichkeit der betreffenden Vorgänge sind nur wenige beigebracht.

Viele Käfer, Aleochora, Silpha, Agathidium u. s. f., ziehen sich, wenn sie erschreckt werden, auf das möglichst kleinste Volumen zusammen, indem alle einigermaßen beweglichen Theile, Kopf und Rumpfstücke mit inbegriffen, die denkbar größte Beugungslage einnehmen, wodurch sie mitunter einem kleinen Steinchen oder einem andern leblosen Objekte ähnlich werden und so das Auge der Feinde weniger auf sich ziehen.

Speciell einem, dem Anobium pertinax, hat man diesen Starrkrampf als Trotz ausgelegt; allein die mehrfach verbürgte Thatsache, daß er durch die gräßlichsten Verstümmelungen und Torturen nicht zum Aufgeben seiner Bocksbeinig-

keit zu bringen ist, beweist für uns nichts Anderes, als daß er eben seiner Muskeln nicht Herr ist.

Andere mögen, einem antiquirten Princip zu Liebe, ihn als heiligen Märtyrer verehren!

Auch manche Goldwespen und Sägefliegen ziehen die Glieder und den Kopf ein, erstere vielleicht, um von ihren Wirthen nicht erkannt oder verletzt zu werden, letztere möglicherweise, um den Angriffen der Schlupfwespen zu entgehen.

Auf gewisse Insekten haben aber die genannten Reize eine gerade entgegengesetzte Wirkung, sie verursachen Streckung. So z. B. beim Roßkäfer und bei Hoplia, welche letztere die langen Hinterbeine gar komisch in die Höhe reckt.

Inwieweit das „Sichfallenlassen" nebst der gleichzeitigen „Erstarrung" noch eine besondere Thätigkeit oder „Kunst" voraussetzt, wäre experimentell festzustellen.

Neulich beobachtete ich einen grünen Rüsselkäfer, der schon, als ich ihn etwas laut ansprach, die Fassung verlor und von seinem Blattsitz herabkollerte. —

Ungemein viele Insekten scheinen sich im gereizten Zustand durch mehr oder weniger penetrant riechende, theils gasförmige, theils flüssige Absonderungen zu schützen, wobei zuweilen auch die gleichzeitig aus ihrer Ruhelage tretenden Drüsen als Schreckmittel dienen mögen.

Sehr berüchtigt sind zunächst gewisse Kurzflügler, z. B. der Staphylinus brunnipes, dessen am After gelegene Stinkdrüse sich in einen gabelförmigen Fortsatz verlängert.

Bei der Schwalbenschwanz- und andern „Ritter"-Raupen schießt, wohl durch das Blut geschwellt, oben aus dem Halse ein Horn heraus, das ein nach Fenchel riechendes Secret entleeren soll. Es wird dies den sie häufig molestirenden Mücken und Schlupfwespen gelten.

Bei einer Sägewespe will Kirby etwas Aehnliches zwischen allen fünf Bauchfußpaaren gesehen haben; das Secret wäre äußerst eckelerregend.

Die scheckige dicke Larve der Chrysomela populi hat gleichfalls nicht weniger als 9 Paare solcher Stinkdrüsen; sie soll aber, nach De Geer, die Secrettropfen nach dem Gebrauch wieder einziehen.

Die unsaubere Komödie mit dem Bombardierkäfer — etwas Aehnliches bei Harpalus prasinus u. A. — wollen wir übergehen. Nach L. Dufour ist das gelblichrothe Secret, welches nach Erschöpfung der einen „blauen Rauch" verbreitenden Schießgase entleert wird, ätzend, röthet weißes Papier und brennt die Haut.

Sehr beliebt ist bei den Kerfen auch die Sitte des Anspuckens.

Einige Käfer, Chrysomela tenebricosa, Silpha Necrophorus etc., geben fast regelmäßig, wenn man sie angreift, ein paar äußerst unappetitliche Tropfen von sich, desgleichen gewisse Raupen, deren klebriger Speichel kaum wegzubringen.

Einen geradezu giftigen Geifer schleudern einem manche Laufkäfer und dies oft aus weiter Entfernung entgegen; nach verläßlichen Nachrichten brachte derselbe mehrmals heftige Augenentzündungen hervor.

Fig. 81.
Auf der Eiche lebende Raupe von Hybocampa Milhauseri Fabr. mit seltsamen Rückenfortsätzen (a, b).

Eigenthümliches weiß ferner Mac Leay von einer Fichtenblattwespenraupe (Pteronus pini) zu erzählen. Reizt man eine, so spritzt sie einem einen Harztropfen entgegen; und kaum verfieht man sich's, so folgen alle anwesenden Kameraden „ihrem

Beispiel", so daß man mit einem förmlichen Spuckregen traktirt wird.

Vom spontanen „Blutschwitzen" der „Oelmutter" (Meloe), der Pimelien, gewisser Coccinellen und Asiliden (A. crabroniformis) war schon im ersten Bande die Rede; über das

Fig. 82.
Eine mit flockigen Wachsausschwitzungen behangene Cicadide (Phaenax auricoma) aus Mexiko, nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

Mechanische weiß man aber vorläufig eben so wenig, wie betreffs der meisten übrigen Absonderungen.

Stellenweise sind sicher besondere Entleerungsmuskeln zugegen, so höchst wahrscheinlich bei der von De Geer beobachteten Larve von Tenthredo lutea, die ihr Hautsecret in förmlichen Strahlen herausspritzt.

pflanze und öffnen dann auf einmal, wenn eine Mücke oder ein ähnliches schwaches Sujet ihnen zu nahe kommt, die Kieferzange und zerreißen sie.

So hat man auch den Ptinus rubellus, einen bekannten Holzesser, in einer Apotheke die Cantharidien verspeisen sehen und der Kersdieb, Ptinus fur, frißt ohne Unterschied trockene Thierbälge und Pflanzen, und verschmäht selbst, so wird erzählt, den Tabak nicht.

Selbst Raupen werden hie und da, was bei ihren kräftigen Kiefern auch nicht zu verwundern, von Mordlust überfallen, und die einer Eule (Noctua derassa) sowie von Cosmia und Scuta maritima frißt gelegentlich andere Raupen, ja ihre eigene Gattung. Desgleichen nimmt die Made der Wolfsmotte aus Noth auch mit Papier, Wolle, Obladen und dergl. Speiereien vorlieb, und Reaumur erzählt von einer andern, die, und ohne es gerade nöthig zu haben, über ein Packet Chocolade herfiel und dem am stärksten riechenden am meisten zusprach.

Den schlagendsten Beweis, daß unter den Kerfen kein Kostzwang besteht, liefern wohl gewisse Kleinschmetterlinge, wie die Kleider-, Pelz-, Möbel-, Mehlspeismotten u. s. w. Sind diese Schadenthiere vielleicht eigens unseren Kleidern und Mehltruhen anerschaffen worden? So was zu behaupten, wäre gewiß ebenso absurd wie die Meinung, daß der Mensch seine Parasiten, die Flöhe, Wanzen, Läuse, Eingeweidewürmer u. s. w. bei seiner Entstehung zur Mitgift bekam.

Welchen Einfluß eine starke Vermehrung und die dadurch bedingte Preissteigerung der bisherigen Consumartikel auf die Ernährungsverhältnisse nehmen, das sehen wir am schönsten bei der Nonnenraupe. In Jahren, wo sie nicht besonders häufig ist, bleibt sie auf den Blättern und Nadeln der Waldbäume, ja begnügt sich meist mit Fichten, Weiß... In Zeiten

dieser Anhänge Jedermann sofort in die Augen fallen. Sein Staunen steigert sich aber noch, wenn er bei Stephens liest, daß es Werkzeuge zum Ablausen sind, d. h. daß sie, gelegentlich wenigstens, dazu dienen, um die Milben zu entfernen, welche Schmarotzer bekanntlich den Insekten sehr viel zu schaffen geben.

Um zum Schlusse doch auch einer Handlung zu gedenken, die diesen Namen mit vollem Recht verdient, müssen wir abermals der Bienen gedenken.

Fig. 83.
Buchenspinnerraupe (Stauropus fagi).
b_2, b_3 die stelzenartig verlängerten Mittel- und Hinterbeine; trägt auch eine Schwanzgabel.

Es ist schon gesagt worden, daß der kostbare Haushalt dieser Kerfe viele ungebetene Gäste herbeilockt, und zu den schlimmsten zählen die Wachsmotten und dann die honiglüsternen Todtenkopfschwärmer, welche beide vorwiegend das Dunkel der Nacht zu ihren Streifereien benutzen.

Huber hat nun beobachtet, daß die Bienen, aber erst, nachdem sie durch wiederholten Schaden klug geworden, gegen erstere Schildwachen, gegen letztere eine Reihe von Barrikaden aufstellen.

V. Kapitel.

Nahrungserwerb und Eßkunst der Insekten.

Wir denken nicht im entferntesten daran, dem Leser einen detaillirten Ausweis darüber zu liefern, wie die Kerfe ihre erste und wichtigste Selbsterhaltungsthätigkeit vollführen; denn die bloße Aufzählung ihrer verschiedenen pflanzlichen und animalischen Nahrungsmittel würde ja mehrere Bücher füllen — wir beschränken uns darauf, in aller Gedrungenheit einige Fragen zu ventiliren oder doch anzuregen, die auf die Entstehung gewisser einschlägigerer Gewohnheiten Bezug haben, und die geeignet sind, über die Genesis, die Veränderungen und Vervollkommnungen der betreffenden Industrie überhaupt einiges Licht zu verbreiten, was um so nothwendiger, als man, nach alter guter Sitte, gerade in diesem Stücke, nur allzugern mit den bloßen Thatsachen sich zufrieden gibt, nicht bedenkend, daß alle und jegliche Art äußeren Thuns und Wirkens für die erklärende Naturforschung gleich belangreich und interessant ist.

Die Cardinalfrage wäre selbstverständlich die, ob die Insekten zuerst Pflanzen- oder Fleischfresser waren, und dann, wie die heutige Vielseitigkeit ihrer Ernährungsweise entstand. Die Beantwortung der ersteren Frage setzt aber wieder die Lösung des entomologischen Hauptproblems, d. h. die Kenntniß des Urzustandes der Insekten voraus, welche sicher zu besitzen wir uns keineswegs schmeicheln dürfen, wenn sich auch das Zünglein mehr den carni- resp. omnivoren Sippen, den Haften, Springschwänzen u. s. w. zuneigt.

Die zweite Frage findet, ganz im allgemeinsten, ihre Lösung durch den Kampf ums Dasein, durch den die wohl schon seit ältester Zeit in zahllosen Individuen vertretenen Mitglieder dieser Klasse nach und nach, und zum

Theil gewiß nach vorhergehender Ausrottung vieler nicht anpassungsfähiger Geschlechter, gezwungen wurden, mit der Natur und ihren verschiedenen, mehr oder weniger zugänglichen und zusagenden Nährstoffen sich abzufinden und darin zu theilen.

Welche Nahrungsmittel die meiste resp. die wenigste Anziehungskraft hatten, welche Nahrungsplätze zuerst oder zuletzt erobert und besetzt wurden, wann und welche Kerfe etwa zuerst auf das Holz-, Aas-, auf das Mist-, Federn-, Wolle-, Knochen-Essen und auf derlei nach unserem Geschmack etwas sonderbare und zum Theil auch sehr moderne Specialitäten verfielen, kurz alle diese Fragen, welche das Detail angehen, können wir, auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit, wenigstens insolange nicht lösen, als man nicht auch dieses Gebiet dem exakten planmäßigen Experiment unterwirft, d. h. so lange nicht erforscht ist, inwieweit die Ernährungsgewohnheiten unter der Gewalt der wechselnden Ernährungsbedingungen sich ab- und umändern.

Ueber die Möglichkeit einer solchen Anpassung kann aber schon nach den bisherigen mehr zufällig als absichtlich gemachten Erfahrungen kein Zweifel sein, wenn man gleich niemals vergessen darf einmal, daß, wie wir von uns selbst wissen, gerade diese Gewohnheiten sich außerordentlich tief einwurzeln und dann, daß ein ausgiebiger Wechsel in dieser Hinsicht häufig eine entsprechende Umgestaltung der Mund-, Verdauungs- und überhaupt der Ernährungswerkzeuge voraussetzt.

Viele Kerfe sind, dank ihrer Kraft und ihrer glücklichen Constitution überhaupt schon von Natur aus Viel- wo nicht Allesesser, so z. B. die Laubheuschrecken, die, wenn nichts Fleischiges zugegen, nach Gras und Blättern greifen, oder diese Artikel gleichsam als Gemüse der Fleischkost beilegen.

Auch viele Sägefliegen oder Blattwespen machen wenig Unterschied. Sie *schlürfen* den Honig irgend einer Dolden-

pflanze und öffnen dann auf einmal, wenn eine Mücke oder ein ähnliches schwaches Sujet ihnen zu nahe kommt, die Kieferzange und zerreißen sie.

So hat man auch den Ptinus rubellus, einen bekannten Holzesser, in einer Apotheke die Canthariden verspeisen sehen und der Kerfdieb, Ptinus fur, frißt ohne Unterschied trockene Thierbälge und Pflanzen, und verschmäht selbst, so wird erzählt, den Tabak nicht.

Selbst Raupen werden hie und da, was bei ihren kräftigen Kiefern auch nicht zu verwundern, von Mordlust überfallen, und die einer Eule (Noctua derassa) sowie von Cosmia und Scuta maritima frißt gelegentlich andere Raupen, ja ihre eigene Gattung. Desgleichen nimmt die Made der Wolfsmotte aus Noth auch mit Papier, Wolle, Obladen und dergl. Speiereien vorlieb, und Reaumur erzählt von einer andern, die, und ohne es gerade nöthig zu haben, über ein Packet Chocolade herfiel und dem am stärksten riechenden am meisten zusprach.

Den schlagendsten Beweis, daß unter den Kerfen kein Kostzwang besteht, liefern wohl gewisse Kleinschmetterlinge, wie die Kleider-, Pelz-, Möbel-, Mehlspeismotten u. s. w. Sind diese Schadenthiere vielleicht eigens unseren Kleidern und Mehltruhen anerschaffen worden? So was zu behaupten, wäre gewiß ebenso absurd wie die Meinung, daß der Mensch seine Parasiten, die Flöhe, Wanzen, Läuse, Eingeweidewürmer u. s. w. bei seiner Entstehung zur Mitgift bekam.

Welchen Einfluß eine starke Vermehrung und die dadurch bedingte Preissteigerung der bisherigen Consumartikel auf die Ernährungsverhältnisse nehmen, das sehen wir am schönsten bei der Nonnenraupe. In Jahren, wo sie nicht besonders häufig ist, bleibt sie auf den Blättern und Nadeln der Waldbäume, ja begnügt sich meist mit Fichten allein. Zu Zeiten

aber, wo sie massenhaft auftritt und in Folge dessen die Waldbäume bald gänzlich abgeweidet sind, fällt sie ohne Bedenken auch die Obstkulturen an, und verschmäht schließlich, wenn alles vertilgt ist, selbst giftige Gartenpflanzen wie den Sadebaum und den Wasserschierling nicht. —

Viele Raupen urtheilen übrigens gar nicht nach dem Geschmacke, sondern bloß nach dem oberflächlichsten Augenschein.

So theilt Bechstein mit, daß er große Mengen Kiefernspinner öfter auf Flachs gefunden habe, den die Raupen, kurzsichtig wie sie einmal sind, wohl für junge Kiefernbestände hinnahmen! —

Es ist ferner eine bekannte Sache, daß sich die frisch ausgeschlüpften Raupen nicht allsogleich auf ihre Futterplätze begeben, und in der allerersten Zeit auch leicht mit einer fremden Kost aufgezogen werden können. Diese jugendliche Ungebundenheit, die wir übrigens auch an unseren Kindern beobachten, scheint eben nicht darauf hinzudeuten, daß ihre spätere Vorliebe für gewisse Kräuter eine ganz ursprüngliche ist.

Man hat aber auch Versuche gemacht, ältere Raupen, die in Bezug auf Beköstigung sonst nicht viel mit sich spaßen lassen, nach und nach an fremde Dinge zu gewöhnen. Und zum Theil wenigstens, mit Erfolg. Einige gewöhnten sich sogar derart an das neue Futter, daß sie bald die Nahrung ihrer Väter mit Verachtung von sich wiesen. Wenn aber auch bei derartigen Experimenten viele Thiere drauf gehen, so beweist dies weiter gar nichts, als daß sich ihr Organismus und speciell ihr Verdauungsapparat schon derart an ein bestimmtes Nährmaterial angepaßt hat, daß er einen plötzlichen Diätwechsel nicht mehr vertragen kann.

Hier schalten wir eine auf die Nahrungsmenge resp. auf deren Abhängigkeit von den jeweiligen Temperaturverhältnissen bezügliche neuere Untersuchung von Regener ein.

Er fand, daß, wenn eine Fichtenspinnerraupe bei 3—4° R. Einen Gewichtstheil Nadeln verzehrte, sie bei einer Temperatur von 18—22° das Fünfzehnfache brauchte. Am stärksten war der Hunger bei 20—22°; bei noch größerer Wärme verringerte sich die Eßlust.

Strenge genommen gehört indeß die Frage, womit die Kerfe ihren Appetit stillen, gar nicht in das Gebiet der Biologie; diese hat es ja nur mit der Art und Weise zu thun, wie sich die Insekten ihrer Nahrungsobjekte bemeistern und dann mit der Methode, wir möchten sagen, mit der Kunst des Essens selbst.

Ersterer Punkt betrifft selbstverständlich nur die von Mord und Raub lebenden.

Leicht anzustellende Beobachtungen können den Leser überzeugen, daß die betreffenden Kerfe in dieser Hinsicht außerordentlich verschieden zu Werke gehen. Man denke z. B. an gewisse Staphylinen, die ihr Opfer aus einem Hinterhalt überfallen, an die Caraben, Ameisen u. s. f., die sich kühn und keck demselben entgegenstellen, weiters an die Laubheuschrecken, die Löwen gleich, ihre Beute im Sprung, oder, wie die Libellen, die Mordwespen u. a. in raschem Flug erhaschen.

Wie ungleich und mannigfaltig ist dann der Akt der Bewältigung selbst, zum Theil allerdings von den jeweiligen Angriffswerkzeugen abhängig, bis zu einem gewissen Grade aber doch in der ererbten oder angelernten Gewohnheit des Mörders liegend. Wie strolchartig derb geht z. B. ein Laufkäfer oder eine Schrecke ins Zeug, während die Schlupfwespe wie spielend, ob der nichts Böses ahnenden Raupe schwebend, ihr plötzlich und unversehens den scharfen Dolch in den Leib stößt!

Und glaube man doch ja nicht, daß etwa alle Kerfe ihr edles Handwerk gleich vortheilhaft ausübten.

Zu einer gewissen Virtuosität mögen es manche, dank der langen Uebung und des guten Beispiels ihrer Kameraden,

gebracht haben; eine absolute Vollkommenheit existirt aber hier ebensowenig wie auf den Mord-, Kampf- und Hinrichtungsstätten der modernen Menschheit. Auch die Kerfe haben noch am Mordhandwerk zu lernen und viele, namentlich die großen, welche, sich auf ihre Kraft verlassend, oft äußerst unpraktisch verfahren, sehen sich nicht selten schmählich ihrer Beute beraubt.

Wie weit Kerfe in dieser Hinsicht einer künstlichen Dressur fähig wären, ist allerdings nicht abzusehen, wie weit es aber manche in der strengen Schule der Natur schon gebracht und andere mit der Zeit es wohl noch bringen können, das zeigen uns die Larven des Tigerkäfers und Ameisenlöwen, die, ohne ihre Fallgruben zu verlassen, dennoch der Schrecken ihrer ganzen Umgebung sind.

Um nun die hohe biologische Bedeutung des zweiten Punktes, d. i. der Methode oder der Kunst des Essens ins gehörige Licht zu setzen, sei früher eine Bemerkung erlaubt, die man, will man über die complicirten Vorgänge des Kerflebens überhaupt Klarheit haben, nicht oft genug wiederholen und beherzigen kann.

Es ist Thatsache, daß, wo nicht überall und immer, aber doch stellenweise und zeitweise den an einem bestimmten Ort befindlichen Kerfen die Nahrung ausgeht, daß sie, mit ihren hungrigen Mägen vor leeren Tischen dastehen und in Folge dessen sammt ihrer schon vorhandenen oder zu erwartenden Brut elendiglich umkommen.

Wenn dies aber richtig ist, d. h. genauer gesagt, wenn den Kerfen nicht eine unerschöpfliche, sondern nur eine beschränkte Futterquantität zur Verfügung steht, dann ist es weder für das Auskommen der Gesammtheit und noch weit weniger für die Existenz des Einzelnen gleichgiltig, wie sie mit dem disponibeln *Materiale* haushalten, sondern es hängt

bis zu einem gewissen Grade lediglich von der Oeconomie des Essens ab, wie viele von ihnen die zu ihrer vollständigen Entwicklung und zur Zeugung erforderlichen Stoffe bekommen, und wie viele früher daraufgehen.

Der ganze Gegenstand, so wichtig wie einer, — ja beim Licht besehen, da es sich hier um Sein und Nichtsein handelt, der allerwichtigste, würde ein Studium für sich verlangen.

Einzelnes, wie z. B. die Methode des Honig- und Pollenessens, ist an anderer Stelle schon flüchtig erwähnt worden; hier wollen wir, um Fingerzeige für die Anstellung einschlägiger Forschungen zu geben, auf eine zweite Specialität, nämlich auf die Methode des Blatt- oder Laubfressens aufmerksam machen.

Nehmen wir, um möglichst verständlich zu sein, an, 10 Raupen, sagen wir vom Baumweißling, sei summa summarum eine Pflanze oder ein Baumzweig mit je 10 Blättern zur Disposition gestellt, und zwar dergestalt, daß jede Raupe ihr separates Blatt hat, dessen Material, wenn sie es bis zum letzten Rest verzehrt, eben zu ihrer vollen Entwicklung hinreichte.

Dieses Pensum, ein Blatt vollkommen abzuweiden, erfordere nun, so sollte man meinen, keine große Kunst, um so weniger als dies ja auf die verschiedenste Weise möglich ist.

Und trotzdem, wie wenige Kerfe verstehen dieses simpelste aller Probleme, und als wie namenlos albern entpuppt sich hier das famose Unbewußte, welches Hartmann die Geschicke der Insekten dirigiren läßt.

Viele — Namen zu nennen wäre höchst überflüssig — fangen auf die denkbar dummste Weise, nämlich damit an, daß sie den Stiel des Blattes abbeißen. Auf alle Fälle ist *ein* Thier dann schon geliefert.

Saß die, welche den Unsinn machte, selbst auf dem Blatt, so fällt sie mit ihm zu Boden, und ist im Allgemeinen, da dieses bald verdorrt, brodlos. War sie aber, als der dumme Streich geschah, nicht auf dem Blatt, sondern am Stengel nebenan, so besteht allerdings die Möglichkeit, daß sie auf ein anderes der 9 noch übrigen Blätter kommt. Da aber, nach unserer Voraussetzung, 9 Blätter nur für 9, niemals aber für 10 Esser ausreichen, so muß Eine, sei es nun die Schuldige oder eine Unschuldige, das Leben lassen.

Nehmen wir nun einen andern, gleichfalls sehr gewöhnlichen Fall, daß die Raupe (oder das Kerf) das Blatt ganz unregelmäßig abweidet, nämlich bald hier bald dort ein Loch herausschneidet. Was kann dann geschehen? Wie die nähere Musterung des nächstbesten Obstbaumes lehrt, sind tausende und abertausende von Möglichkeiten.

Außerordentlich häufig geschieht aber dies, daß entweder, wenn das Blatt schon stark zerfressen ist, durch einen ungeschickten Schnitt ein Theil davon ganz losgetrennt wird, oder daß die Raupe, wenn das verstümmelte Laub ihr keinen rechten Halt oder keinen größeren Weideplatz mehr bietet, dasselbe im Stiche läßt.

Die Consequenz ist aber beidemale die gleiche wie oben: Eine Raupe kriegt zu wenig, Eine ist aus der Reihe der Zeugenden gestrichen, wobei es dann vollkommen einerlei ist, ob die schuldtragende vielleicht nur die gröbern Blattrippen — oder die Hauptader u. s. w. unberührt ließ, während sie das weichere Parenchym ganz gewissenhaft ausnagte.

Wie schon angedeutet, würden sehr viele Wege ans Ziel führen, und zuweilen geht es auch „zufällig" mit einem minder guten Verfahren glücklich ab; eine sichere Gewähr des Gelingens gibt aber doch nur Eine Methode, und das ist die, das Blatt vom Rande her, und ohne es irgendwo früher zu durchlöchern, abzuweiden.

Selbstverständlich läßt aber auch diese Methode wieder viele Modificationen zu, welche, unter den besonderen hier möglichen Umständen, als bald mehr bald weniger vortheilhaft sich herausstellen.

Wählen wir, um dies näher zu erläutern, den folgenden Fall, der etwa keineswegs erdacht, sondern dessen Wirklichkeit bei der geradezu unendlichen Mannigfaltigkeit der einschlägigen Erscheinungen höchst wahrscheinlich ist. Zweien Raupen sei nur ein einziges Blatt angewiesen; jede brauche aber zu ihrer vollen Ausbildung wenigstens $^3/_4$ des ganzen.

Würden beide Raupen in gleicher Zeit genau gleich viel, also die Hälfte des Blattes fressen, so würde offenbar keine genug kriegen. Wie wir aber bei unseren eigenen gemeinsamen Schmausereien tagtäglich beobachten, ist dieser Fall sehr unwahrscheinlich; Regel ist vielmehr, daß eins mehr als das andere bekommt, und zwar befindet sich ceteris paribus jenes Individuum im Vortheil, das während des Essens die wenigste Zeit mit andern Verrichtungen verliert.

Nehmen wir nun an, die Raupe A fresse eine Zeit lang an der Spitze des Blattes, es verleide sie aber hier, sie wechsle den Platz und begebe sich an das entgegengesetzte Tafelende; die Raupe B hingegen bleibe ununterbrochen bei ihrer Arbeit und bewege sich niemals weiter, als es die in Folge der successiven Wegnahme des Futters größer werdende Entfernung desselben erfordert. Nun ist doch klar, daß letztere im Vortheil sich befindet, und es ist, wenn sie sich recht zusammennimmt, wohl möglich, daß sie außer dem halben Blatt, das ihr gebührt, noch die Hälfte des fremden Antheils sich erobert. —

Die thatsächlich erfolgten Anpassungen aber, und zwar sowohl jene, welche sich auf die Organisation, als die, welche sich auf den Gebrauch, auf die gehörige Anwendung der betreffenden Einrichtungen, also auf die Methode des Essens

beziehen, zeigen sich aber hier nicht weniger bewundernswerth als die, welche wir beim Pollenfegen und bei der Honiggewinnung kennen lernten.

Ein wahres Vergnügen ist es z. B. der grünen Raupe einer Weideneule zuzusehen. Sie reitet auf dem Blattrand. Die Bauch- und die hinteren Brustfüße dienen zur Fixirung des Körpers, die vordern, mit dem Kopf frei aufgerichtet, gewissermaßen als Hände, um das abzukauende Blattstück bereit zu halten. Die scharfzähnigen Kiefer schneiden nun, während der Kopf einen Kreisbogen beschreibt, einen Streifen nach dem andern heraus, wobei aber immer von der nämlichen Stelle ausgegangen wird. Ist der gemachte Blattausschnitt schon so groß, daß der Kopf nur mehr mit Mühe an das äußerste Ende reicht, dann rutscht die Raupe so regelmäßig, wie durch eine Stellschraube bewegt, eine Strecke näher. Aber beileibe nicht das ganze Thier. Es streckt sich zunächst nur der Vorderleib um die Länge eines Ringes, was man daraus ersieht, daß nur das vorderste Bauchfußpaar vorrückt, während die übrigen erst später, nach und nach, d. h. nach Maßgabe des vorne geschaffenen Spielraumes sich vom Platze rühren.

Diese geradezu klassische Ruhe, diese pedantische Beschränkung der Kraftausgaben allein kann aber in Fällen, wo die Einnahmen äußerst knapp sind, dem Thiere das Leben retten. —

Schon aus dieser Einen Mittheilung sieht man, was für mannigfache und für die Selektionstheorie äußerst wichtige Beobachtungen in der Richtung sich anstellen ließen.

Noch interessanter würden aber förmliche mit geeigneten Instrumenten zu unternehmende Experimente sein. So wäre z. B. zu untersuchen, wie sich die Blattfresser benehmen, wenn man das Laub verschiedenen Spannungszuständen aussetzt, wenn man die Blätter einrollt, zwei oder mehrere, sei es mit der

er in eine bald längliche, bald fleckenartige Erweiterung, die Puppenwiege, ausläuft. Bis zu dieser ist der Gang ein sog. oberseitiger.

Zur näheren Orientirung hierüber ist ein feiner Querschnitt erforderlich. Das eigentliche grüne Saftgewebe oder Blattmark erscheint hier von beträchtlicher Dicke. Oben und unten wird es durch ein helles zelliges Häutchen, die Epidermis, bedeckt. Unsere Wühlerin frißt nun, ihrer Kleinheit wegen, auf ihrer seltsamen Pilgerfahrt keineswegs das ganze Binnengewebe auf, sondern sie begnügt sich mit der oberflächlichsten Schichte, zwischen welcher und der durchsichtigen Epidermis im selben Maße, als sie vorrückt, Luft eindringt, welche eben dem Gang die silberweiße Färbung gibt.

Ganz eigens und wohl eines besonderen Studiums werth ist der Bau dieser Larve und der meisten Blattminirer überhaupt. Sie ist eine sehr weiche und fast durchsichtige anhangslose Walze. Nur vorne bemerkt man die typischen Fliegenmadenkiefer, und dann, an der Brust, einen rauhen Fixirungshöcker. Ferner sieht man vorne und hinten ein Paar zierliche und braune Höcker, die Luftlöcher. Im Innern liegen dann noch, unregelmäßig zerstreut, dickwandige, zellartige Körper von unbekannter Bedeutung.

Die Gänge der Holzminirer sind bekanntlich ganz mit dem sog. Wurmmehl angestopft; denn beim geringen Nährwerth dieses Materials setzt es viel Unrath ab. Anders hier, wo die Nahrung ungleich gehaltvoller. Mitten durch den hellen Gang zieht sich nur eine dünne, bald perlschnurartige bald continuirliche dunkle Kothlinie, welche bei den sog. Fleck- oder Plätzminen (mit denen z. B. die Birnbaumblätter oft ganz gekigert sind) in zierlichen Spiralen um das Centrum, d. i. um den Ausgangspunkt des Wühlers angeordnet sind.

Von den Borkenkäferlarven wissen wir, daß sie unmittelbar vor der Verpuppung dem Gang, der bisher im

kommen, da die Brut außer Land getragen wird, und dann, was die ermatteten Thiere wieder in ihrer Heimat eigentlich zu suchen haben. — Wer es weiß, daß gewisse Insekten jede Gelegenheit ergreifen, um auf Kosten anderer ihre unersättlichen Lüste zu befriedigen, der wird sich leicht vorstellen, daß

Fig. 85.
Brombeerstachelwespe (Trypoxylon pallidum Spinola), nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

andere Wanderer nicht so ganz im Frieden ziehen können, sondern, sowie sie sich erheben, alsbald von einer Menge angeborener Gegner umschwärmt und oft auf das übelste zugerichtet werden. Vor allem sind es Libellen, Sandwespen und gewisse blutdürstige Zweiflügler, die den Landesflüchtigen nachjagen.

Wenn von Tier-Wanderherden die Rede ist, denkt wohl Jeder zunächst an die Züge der Heuschrecken in den wärmeren

VI. Kapitel.

Gesellschaftsleben der Kerfe.

Unvollkommene Gesellschaften und Wanderzüge.

Gleich andern Heerdenthieren sind auch viele Kerfe schon von Natur aus auf Geselligkeit angewiesen, und anstatt sich darüber zu verwundern, daß es so viele Kerfgesellschaften gäbe, müßte man eher fragen, warum es so wenige gibt. Die meisten Insekten hinterlassen ja eine zahlreiche Familie, deren Mitglieder häufig auf derselben Stelle zur Welt kommen, dieselben Nahrungs- und andere Bedürfnisse haben, so daß also gar kein Grund vorhanden ist, warum, wenn sie überhaupt beisammen bleiben können, sie aus einander gehen, sich meiden und zerstreuen sollen; namentlich dann, wenn die Verfolgung der Interessen jedes Einzelnen auch der ganzen Gemeinschaft zu Gute kommt.

Ein schönes Beispiel einer einfachen Insektenheerde gibt die Nachkommenschaft des Goldafters. Die Räupchen entstehen alle aus einem gemeinsamen, mit Filz überzogenen Eierhaufen. In der Ordnung, wie sie ausschlüpfen, begeben sie sich auf ein Blatt, stellen sich in Reih' und Glied und beginnen ihr Tagewerk. Sobald dann ihr Hunger 'gestillt und die innere Seidenmanufaktur hinlänglich Stoff erhalten hat, errichten sie über ihrer Tafel ein Seidengezelt, das nach und nach in mehrere Gemächer abgetheilt wird. In diesem schließen sie sich bei unfreundlicher Witterung ein und überwintern auch. Im Mai oder Juni aber, zur Zeit der Verpuppung, verlassen sie es für immer — Jedes geht nun seinen eigenen Weg. — Aehnlich halten es die Raupen von Papilio cinxia, nur daß sie mit ihrem Sommergezelt herumziehen, d. h. so oft sie den aus Blättern bestehenden Boden des einen aufgefressen haben, sich ein neues bauen.

Das Herumwandern ist übrigens bei den meisten größern Kerfcorporationen üblich oder sagen wir lieber nothwendig, da ja ein beschränkter Weideplatz für viele Esser nur auf kurze Zeit ausreicht. So wie aber die Glieder Einer Familie, so werden häufig zahlreiche Familien durch die Gleichheit der Lebens-

Fig. 84.
Winternest des Goldafters, nat. Gr.

interessen einander näher gebracht, und die Wanderzüge derartiger Massenheerden zählen zu den großartigsten Erscheinungen im Kerfleben.

Im Larvenzustande werden von den Insekten selten derartige Massenumzüge unternommen. Einen merkwürdigen Fall eines solchen hatte aber einst Dr. Dohrn bei einer Eisenbahnfahrt von Prag nach Brünn beobachtet. Beiderseits der Bahn

lag ein ausgedehntes Kohlfeld. Das diesseitige hatten die Kohlraupen (P. brassicae) eben abgeweidet und sie wanderten, vermuthlich durch einige Spione verleitet, quer über das Bahngeleise auf das andere. Dabei waren nun die Massen der über die Schienen kriechenden Thiere so groß, daß die Schnelligkeit der Fahrt bedeutend verlangsamt und schließlich der ganze Zug zum Stehen gebracht wurde.

Um so unbegreiflicher erscheint uns dem gegenüber der Starrsinn gewisser anderer, z. B. der Kieferraupen, die nach Ratzeburg oft lieber verhungern, als daß sie, um einen frischen Baum zu erreichen, ein paar Schritte sich weiter bemühten.

Wenn schon Raupen, die doch ein sehr miserables Gehwerk haben, sich zusammenschaaren und gesellige Reisen, wenn auch nur auf kleine Distanzen, unternehmen, so wird man so etwas den geflügelten Insekten um so eher zutrauen.

Schon in alten Chroniken findet man Berichte von Massenzügen der Schmetterlinge. So soll im 16. Jahrhundert ein gewaltiger Zug von Kohlweißlingen aus Sachsen nach Bayern eingefallen sein. In der Regel gehen diese Falterwanderungen aber aus wärmeren in kältere Distrikte, und kleinere Züge werden auch oft unternommen, um geeignetere Brutstätten aufzusuchen.

Von besonderem Interesse sind die dem letztgenannten Zwecke dienenden periodischen Massenausflüge, welche bei den amerikanischen Arten Urania leilus und Marius beobachtet sind. Sie ziehen drei bis vier Wochen lang alle Morgen „von 9 bis 12 Uhr" (!) dem Fuße der Cordilleren entlang von Orizaba in Mexiko bis zum Rio grande in Texas. Nach fünf bis sechs Wochen kehren sie, durch die Strapazen der Reise sehr decimirt, und die Weibchen ohne Eier, wieder nach ihrer Heimat zurück. Das Ueberraschende an der Sache ist, einmal, *woher* jährlich diese Massen von Faltern

kommen, da die Brut außer Land getragen wird, und dann, was die ermatteten Thiere wieder in ihrer Heimat eigentlich zu suchen haben. — Wer es weiß, daß gewisse Insekten jede Gelegenheit ergreifen, um auf Kosten anderer ihre unersättlichen Lüste zu befriedigen, der wird sich leicht vorstellen, daß

Fig. 85.
Traubenkirschenmotte (Tinea padella Heyd.), nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

unsere Wanderer nicht so ganz im Frieden ziehen können, sondern, sowie sie sich erheben, alsbald von einer Menge ungebetener Gäste umschwirrt und oft auf das übelste zugerichtet werden. Vor allem sind es Libellen, Sandwespen und gewisse blutdürstige Zweiflügler, die den Landesflüchtigen nachjagen.

Wenn von Kerf-Wanderheerden die Rede ist, denkt wohl Jeder zunächst an die Züge der Heuschrecken in den wärmeren

Ländern, Insekten, die aber auch kältere Distrikte heimsuchen, ja sogar — wie dies z. B. mit der tartarischen Wanderheuschrecke in Südtirol der Fall — sich dort dauernd niederlassen.

Die Heuschrecken wandern niemals bloß zum Zeitentrieb, sondern um eine neue Weide aufzusuchen, wenn die erste schon kahl gefressen oder durch die Hitze der Tropensonne verdorrt ist. Häufig werden aber ganze Schwärme, von ihrer ursprünglichen Route durch einen heftigen Wind abgelenkt, übers Meer oder auf unsere höchsten Gletscher hinaufgetragen. — Das eigentliche Eldorado der Wanderheuschrecken ist Afrika und die nächst gelegene Mittelmeerregion, wie Arabien, Palästina, Kleinasien, Griechenland, Italien und Spanien. In Cyrenaica bestand nach Plinius schon in grauer Vorzeit ein Gesetz, welches jährlich einen dreimaligen Krieg, nämlich gegen die Eier, gegen die Larven und gegen die flugfähigen Thiere anordnete, und ein ähnliches bestand auf Lemnos, das nach Orosius im Jahre 3800 v. Chr. „von so unzähligen Myriaden dieser Kerfe heimgesucht worden sei, daß, nachdem sie alles Grüne aufgezehrt hatten, sie in das Meer geflogen, daselbst „ersoffen", und nachdem sie an den Strand zurückgeworfen waren, durch ihre Leichen eine furchtbare Pest verursachten". Auch im Venetianischen sollen im Jahre 1478 mehr als 30,000 Menschen in einer durch diese schreckliche Geißel entstandenen Hungersnoth umgekommen sein.

Barrow erzählt, daß er in Afrika eine Fläche von ungefähr 2000 engl. Quadratmeilen davon bedeckt fand. Und als diese Riesenheerde durch einen Sturm ins Meer getrieben worden, häuften sich dort ihre Leichen zu einer 50 Meilen langen Bank auf, von der ein Gestank ausging, der bei günstigem Wind schon in einer Entfernung von über 100 Meilen von den Seeleuten verspürt wurde. Gräßlich war auch die im vorigen Jahrhundert verursachte Verwüstung

Eins der köstlichsten Schauspiele bietet ein Aufzug der im übrigen mit Recht gefürchteten Processionsspinner. Sie leben in Banden von 6—800 Individuen. In der Jugend, wo sie noch klein sind und daher leicht ein natürliches Versteck finden, haben sie keinen festen Wohnsitz. Später weben sie ein gemeinsames Zelt, von dem aus dann auch die Züge unternommen werden.

Das Regiment verläßt sein Quartier meist erst nach Sonnenuntergang. Ein Individuum beginnt den Zug und wird als Leitthier anerkannt, insofern die übrigen genau die von ihm befolgte Richtung einschlagen, und dadurch also ihren Willen dem des Anführers unterwerfen. Drei oder vier Raupen schließen sich nun, einzeln hinter einander kriechend, dem Leitthier an. Die weiter rückwärts folgenden Glieder der ganzen langen Kette sind aber zusammengesetzt. Und zwar kommen zuerst mehrere zu zwei, dann solche zu drei, zu vier u. s. w. bis zu 20 Mann hoch, worauf die Reihen ebenso successive wieder abfallen. Die ganze Gangordnung beruht also auf einer Combination des regelmäßigen Hinter- und Nebeneinandergehens.

Die Ordnung der Dinge führt uns nun zu den eigentlichen Gesellschaften, den Staaten der Aderflügler und Termiten. Eine auch nur halbwegs erschöpfende Schilderung derselben würde aber allein ein dickes Buch füllen; daraus mag der Leser denn selbst urtheilen, daß er billigerweise von uns nicht mehr fordern kann, als eine dürftige Skizze zweier Hauptvertreter, als welche wir die am besten bekannten, nämlich die Bienen und die Ameisen auswählten.

Der Bien.

In den krystallblauen Fluten der südlichen Meere, da hausen und regen sich Thiere von wahrhaft verwundersamem Bau. Man möchte sie für phantastische Gewinde halten, welche

wenn die ungebetenen Gäste sich aus dem Staube gemacht haben.

Es versteht sich von selbst, daß nicht allein Falter und Heuschrecken, sondern daß auch Kerfe anderer Ordnungen durch Futternoth oder durch gewisse andere ihre Existenz bedrohende Elementarereignisse zur Auswanderung veranlaßt werden. Die Kleinheit der meisten Kerfe trägt aber die Schuld, daß wir von ihren Wanderungen in der Regel wenig Notiz nehmen.

Von den vielen Beispielen, wie sie uns die ältern Entomologen überliefert, heben wir nur den von White mit angesehenen Blattlaus-„Regen" hervor, der sich über eine ganze Grafschaft ergoß.

Das Interessanteste an diesem großartigen Phänomen, das seinen abergläubischen Zeitgenossen nicht geringen Schrecken einjagte, war der Umstand, daß gleichzeitig mit den Blattläusen auch ihre bekannten Feinde, nämlich die Marienkäfer, in unermeßlichen Schaaren ihnen auf dem Fuße nachfolgten.

Unter den sog. „unvollkommenen" Kerfgesellschaften, d. h. also unter jenen, die nicht so streng und einheitlich wie etwa die Bienen, Ameisen u. s. w. organisirt sind, scheinen nächst dem berüchtigten „Heerwurm" unstreitig die Ringel- und Processionsspinner-Raupen den höchsten Rang einzunehmen, dies wenigstens in Bezug auf die musterhafte Ordnung, welche sie bei ihren gemeinschaftlichen Umzügen an den Tag legen.

Die Ringelspinner befolgen das denkbar einfachste Princip: den Gänsemarsch. Eine schließt sich hart an die andere, und so ist der ganze lange Zug wegen ihrer Färbung nicht unähnlich einer „goldenen Schnur", die sich auf einem schneeweißen Bande, dem während des Gehens gewobenen Teppich, dahin windet.

Eins der köstlichsten Schauspiele bietet ein Aufzug der im übrigen mit Recht gefürchteten Processionsspinner. Sie leben in Banden von 6—800 Individuen. In der Jugend, wo sie noch klein sind und daher leicht ein natürliches Versteck finden, haben sie keinen festen Wohnsitz. Später weben sie ein gemeinsames Zelt, von dem aus dann auch die Züge unternommen werden.

Das Regiment verläßt sein Quartier meist erst nach Sonnenuntergang. Ein Individuum beginnt den Zug und wird als Leitthier anerkannt, insofern die übrigen genau die von ihm befolgte Richtung einschlagen, und dadurch also ihren Willen dem des Anführers unterwerfen. Drei oder vier Raupen schließen sich nun, einzeln hinter einander kriechend, dem Leitthier an. Die weiter rückwärts folgenden Glieder der ganzen langen Kette sind aber zusammengesetzt. Und zwar kommen zuerst mehrere zu zwei, dann solche zu drei, zu vier u. s. w. bis zu 20 Mann hoch, worauf die Reihen ebenso successive wieder abfallen. Die ganze Gangordnung beruht also auf einer Combination des regelmäßigen Hinter- und Nebeneinandergehens.

Die Ordnung der Dinge führt uns nun zu den eigentlichen Gesellschaften, den Staaten der Aderflügler und Termiten. Eine auch nur halbwegs erschöpfende Schilderung derselben würde aber allein ein dickes Buch füllen; daraus mag der Leser denn selbst urtheilen, daß er billigerweise von uns nicht mehr fordern kann, als eine dürftige Skizze zweier Hauptvertreter, als welche wir die am besten bekannten, nämlich die Bienen und die Ameisen auswählten.

Der Bien.

In den krystallblauen Fluten der südlichen Meere, da hausen und regen sich Thiere von wahrhaft verwundersamem Bau. Man möchte sie für phantastische Gewinde halten, welche

die Najaden, unten in der Tiefe, aus den zartesten, duftigsten und malerischesten Meergebilden mit leichter Hand zusammengefügt und die sie dann, gleich langschwänzigen buntglänzenden Drachen, in die Höhe steigen und in den Wellen flattern und gaukeln lassen.

Und in der That sind diese Kettenquallen keine einfachen Thiere nach der gewöhnlichen Vorstellung. Die vielgestaltigen Glieder und Werkzeuge der Ernährung, der Fortpflanzung, der Bewegung, des Schutzes, der Vertheidigung und welches die Organe zum Betriebe eines möglichst vielseitigen und energischen Lebens alle sind, erscheinen hier nicht als an und für sich unselbständige, dem großen Ganzen, dem sie dienen, streng untergeordnete, kurzum einverleibte Theile, sondern sie sind und zwar behufs einer möglichst unbehinderten Vollführung ihres Arbeitsantheiles so zu sagen autonome Lebewesen, selbständige Organismen oder Individuen, die aber, ihrer einseitigen Funktion wegen, doch nur in der Gemeinschaft mit den übrigen bestehen können, und man könnte der Vorstellung Raum geben, daß man es hier überhaupt nicht mit einer individuellen Einheit, sondern mit einem Zusammengesetzten, mit einer Vereinigung mehrerer heterogener Individuen, kurzum mit einem polymorphen Collectivwesen oder Thierstock zu thun habe.

Das nun, was die Imker, mit seltener Trefflichkeit, den „Bien“ heißen, das ist in mehr als einer Beziehung mit dem beschriebenen Quallenstaat, mit dem Siphonophor verwandt. Während aber die individuelle Vielheit des letztern — er entsteht ja aus einem einzigen Ei — nur auf einer freilich bis auf den denkbar äußersten Punkt gebrachten Sonderung oder Differenzirung eines individuellen Ganzen beruht, indem seine einzelnen Theile, die Schwimmglocken, die Mägen, die Fangfäden, die Genitalien u. s. f. fast bis zum Zerfall von einander sich losmachen und so gleichsam ihre eigenen

Herren vorstellen, ist hingegen der Bienorganismus, wie wohl Jeder weiß, kein morphologisches, sondern lediglich ein physiologisches Ganzes, gebildet durch die strenge Association einer Reihe verschiedener Individualitäten, mit andern Worten eine ihrem sie erzeugenden Oberhaupte unverbrüchlich anhängliche Musterfamilie, die aber doch insofern als ein organisirtes Einheitliches erscheint, als die Strebungen jedes Einzelnen ebensogut auf ein gemeinsames Ziel, die möglichste Förderung und Vergrößerung der Corporation hinarbeiten, als dies bei den discreten Siphonophorengliedern der Fall ist.

Begeben wir uns nun gleich mitten auf den Schauplatz der Bienenthätigkeit. Der Bien ist in erster Linie eine Brutanstalt, und zwar wächst, vergrößert und vermehrt er sich mit Hilfe der individuellen Fortpflanzung seines wichtigsten Organs: der Königin.

Von den ersten warmen Lenztagen bis in die schönste Bienensaison im Juni hinein steigert sich, wenn keine Epidemie, z. B. die Ruhr, Faulbrut, die Tollkrankheit oder ein anderes Unglück störend einwirkt, die Bevölkerung des Stockes von Stunde zu Stunde, von Tag zu Tag, so daß es schließlich übervoll im Stocke wird. Endlich naht die Geburt der ersten Königin und damit der Zeitpunkt zur Aussendung einer Kolonie, zur Entlastung des Mutterstaates. Die Königin-Tochter übernimmt das Regiment im letzteren, die Königin-Mutter aber, mit einer Schaar von Getreuen, zieht aus, um sich ein neues Heim zu gründen. Dies ist der „Haupt-, Erst- oder Vorschwarm".

Der Bien läßt sich aber auch, so gut wie der Siphonophoren-Organismus, eine künstliche Zerstückelung gefallen, wenn man in jeden Theilstaat eine besondere Regentin einsetzt, während andererseits, wenn bei einem der häufigen Kriege zwischen zwei Bienenvölkern eines seine Herrscherin verliert, das „weisellos" gewordene Volk mit allen seinen

Honigschätzen freiwillig in den Stock des Siegers einzieht und sich damit amalgamirt. — Der Auszug der Bienenkolonie ist ein sehr geräuschvoller und pompöser Akt. Im Stocke herrscht eine wilde Aufregung und in Folge dessen auch eine „unerträgliche" Hitze. Die Temperatur steigt nämlich oft von 28 bis auf 30 ja 32° R., so daß die Bienen „ganz in Schweiß gebadet sind".

Die Wanderlustigen drängen zunächst zum Thore der Stadt, zum Flugloch, vor dem sich bald ein dichter Klumpen ansammelt, der durch die zeitweilig heimkehrenden Arbeiter, welche sich vergeblich durch diesen Knäuel Bahn zu brechen suchen, noch vergrößert wird. Wenn die Unruhe im Innern den höchsten Grad erreicht hat, dann stürzt plötzlich kopfüber, kopfunter, wie ein Wasserstrahl, der gewaltsam aus einer engen Oeffnung herausgepreßt wird, ein Schwarm von 10- bis 15,000 Bienen, die Königin unter ihnen, hervor, wobei ein weithin hörbares, freudiges Summen, der Schwarmgesang, ertönt.

Dieser wilde Taumel, diese ungezügelte Freude an der erlangten Freiheit und an der Aussicht auf einen neuen fröhlichen Verein dauert jedoch nur kurze Zeit, oft kaum eine Viertelstunde, „dann kommt der Bien wieder zu sich" — er sammelt sich, die Königin umdrängend, an einem Baumast oder an einer eigenen Lockstange in Gestalt eines großen Klumpens. Inzwischen sind auch bereits Anstalten zur Emancipation von ihrem Tyrannen, dem — Menschen getroffen. Sie wollen sich wieder, wie vor uralter Zeit, ihren selbständigen Heerd gründen und haben zu dem Zweck schon einige Laufmägde oder Quartiermeister auf Recognoscirung nach einem hohlen Baumstamm, einem Astloche, einer Felsritze oder etwas dergleichen ausgesandt. Es ist aber zu spät. Bevor diese noch Rapport erstatten, tritt wieder, um mit C. Vogt zu sprechen, der Mensch mit

seiner List dazwischen, und bietet eine vollkommene Wohnung, einen strohgeflochtenen Korb — oder später, wenn sie schon gefangen sind, oft gar einen kleinen Glaspalast an, und so gerathen die Bienen wieder in unsere Leibeigenschaft. Doch gehen sie nicht von selbst in die Schlinge. Man muß sie beräuchern, mit stinkendem Tabaksqualm betäuben, um sie mit einem Federwisch in den untergehaltenen Korb zu bringen, oder, wenn sie zu hoch oben an einem Baume ihr Interimslager aufschlugen, in einen Dornenbusch hineinlocken oder auf eine andere Weise zu übertölpeln suchen. Ist keine Wohnung parat und machen sie Miene, das Weite zu suchen, so kühlt man einstweilen ihr Müthchen durch Besprengen mit Wasser. — Doch ein vorsichtiger Bienentyrann läßt es niemals so weit kommen. Er lockt sie ganz buchstäblich ins Garn, schon unmittelbar vor dem Mutterkorbe. — Die Imker verstehen aber noch ganz andere Künste. Ein starker Bienenstaat schickt nach dem Hauptschwarm noch mehrere Ableger oder Nachschwärme aus, die, wenn sie einzeln zu schwach sind, in einen größeren vereinigt oder wie's im Imkerlatein heißt, copulirt werden. Dazu sind mehrere Methoden ersonnen worden. Die einfachste ist, zwei Stöcke mit ihren Mündungen derart über einander zu legen, daß die, so zu sagen auf den Kopf gestellten, Bienen des untern sich in den oberen hinauf ziehen. Dabei ist's freilich gut, eine der beiden Königinnen früher einzufangen, z. B. „mit einem Bierglas auszuschöpfen", da die Bienen vom spartanischen Doppel-Königthum nichts wissen wollen, und die Hinrichtung der zweiten überflüssigen Regentin durch das Bienenvolk selbst vielen nützlichen Gliedern des Staates das Leben kostet. Zu der schon von den Griechen geübten, aber erst durch Schirach näher begründeten künstlichen Theilung oder Schwärmebildung eines Bienenstockes ist übrigens die Gegenwart mehrerer Königinnen nicht unbedingt erforderlich. Man braucht bloß, um eine einzige Methode zu erwähnen,

auch ein Erkleckliches für die Zeiten der Noth und für Winter erübrigen.

Das Wichtigste ist der Honig. An Stoff hiezu fehlt es allerdings nicht, und die Bienen sind auch wenig wählerisch.

Fig. 86.
Einfangen eines Bienenschwarmes.

er den Getreideblüten, den Kamillen, der Wolfsmilch, Hunds-
ne, dem Wermuth, der Nießwurz und einigen anderen,
n Honig sie nicht ausstehen können, haben sie Tausende ver-
dener Pflanzen, Bäume und Sträucher sowohl als Kräuter,
ihrem *Sammelzettel. Doch wird alles* genau sortirt ein-

ohnedem gut beschirmte Burg zu noch größerer Sicherheit in die Erde bauen. —

Für die Bienen kommt aber ein anderer Umstand in Betracht. Zur Wachsbereitung sowohl als zum Brutgeschäft ist eine hohe Temperatur nöthig, die nicht unter 25° R. fallen darf, und deren Erzeugung eine allseitige hermetische Absperrung des Arbeitsraumes erfordert. Das erwähnte Stopfwachs oder Bienenharz, wegen seines feinen Aroma's ein beliebtes Räucherpulver, ist äußerlich röthlich-braun, inwendig gelblich, fast wie Wachs, das es aber, und darin liegt sein Vorzug als Mörtelmaterial, an Zähigkeit und Härte bedeutend übertrifft. Mit diesem Vorwachs überkleistern die Bienen auch größere von ihnen umgebrachte Thiere, wie etwa eine Schnecke, eine Maus, welche sie nicht zu transportiren vermögen, um sich vor dem Verwesungsdunste zu schützen.

Nach diesen Vorbereitungen beginnt die Hauptarbeit, die häusliche sowohl, der Zellbau, als die auf dem Felde, das Sammelgeschäft. Die Feldarbeit ist die Grundlage des Ganzen. Die Bienen haben in der Regel wohl so viel Aussteuer mitgebracht, um einige Wachsplättchen fertig zu bringen und den Grund zur ersten Wabe zu legen, falls man ihnen nicht einige fertige Kuchen in den Stock gibt; — dies ist aber bald erschöpft und es muß neues Material herbei. Der Bedarf ist ein riesiger. Fürs erste ist begreiflicherweise jede Arbeitsbiene, die von früh bis spät alle ihre Kräfte anspannt, und besonders die Königin, der Collectivbegriff des ganzen Volkes, eine starke Esserin. Dann verschlingt der Wabenbau ungezählte Millionen von Honigladungen; denn zu einem Kilo Wachs sind, gering gerechnet, 12 Kilo Honig erforderlich. Fürs dritte müssen im weiteren Verlauf der Dinge Tausende von nimmersatten Kindern gefüttert werden, und schließlich

soll auch ein Erkleckliches für die Zeiten der Noth und für den Winter erübrigen.

Das Wichtigste ist der Honig. An Stoff hiezu fehlt es nun allerdings nicht, und die Bienen sind auch wenig wählerisch.

Fig. 86.
Einfangen eines Bienenschwarmes.

Außer den Getreideblüten, den Kamillen, der Wolfsmilch, Hundsblume, dem Wermuth, der Nießwurz und einigen anderen, deren Honig sie nicht ausstehen können, haben sie Tausende verschiedener Pflanzen, Bäume und Sträucher sowohl als Kräuter, auf ihrem *Sammelzettel*. Doch wird alles genau sortirt ein-

getragen: der schneeweiße Honig der Linde, des Klee's und Augentrostes, der bräunliche der Heideblüte, der goldgelbe der Kohlsaat und alle die andern Gattungen. In den Vorrathszellen dagegen kommt alles wieder durcheinander.

Die Bienen nehmen aber auch andere Süßigkeiten. Der Honigthau der Blätter, die Ausschwitzungen der Blattläuse, alle Arten von künstlichen Zuckerstoffen sind ihnen stets willkommen, und wenn sie eine ergiebige Naschquelle entdeckt haben, verleidet sie auch bald die mühsame Kleinarbeit auf dem Felde. Den specifischen Geruch und Geschmack erhält der Bienenhonig aber erst durch die Biene selbst, d. h. durch die Beimengungen des Speichels und Magensaftes. Sind die Honigtöpfe voll, so erhalten sie so gut wie die Brutzellen ihren Wachsdeckel.

Von einem Kohlenhydrat allein, wie eben der Honig ein solches ist, könnten indeß die Bienen unmöglich leben, sie bedürfen auch einer stickstoffhaltigen oder Eiweißnahrung. Diese, also das wahrhaftige Bienenbrod, liefert nun der Blütenstaub, welcher aber auch durch chemisch verwandte Stoffe, z. B. durch Roggenmehl oder Kleesamenstaub ersetzt werden kann. Bei der Wachsbereitung spielt aber die Pollennahrung gar keine oder nur eine geringe indirekte Rolle. Den meisten Blumenstaub tragen die Bienen von der Haselnußstaude und der Saalweide heim, sonst sind noch besonders die Hyacinthen, die Tulpen, Aurikeln, Astern, Reseden, sowie die Pappeln ergiebig. Auch hier wird jedesmal nur Einerlei gesammelt; in den Brodkammern aber kommen die verschiedenfarbigen „Höschen" oder Laibe wieder zusammen. Nicht selten wird eine und dieselbe Zelle zur einen Hälfte mit Pollen, zur andern mit Honig gefüllt, wie denn überhaupt eine überreiche Ernte oder der Mangel an Geschirr zu mancherlei Auskunftsmitteln führt.

Während die „Schnitterinnen" auf dem Felde fleißig sind, thun die Wachsmacher, die „Architektinnen", zu Hause ihre

Schuldigkeit. Lange hat man geglaubt, es wären dies zwei ganz verschiedene Kasten. Die Arbeitsbiene ist aber alles in allem. Nur in gewisser Richtung findet eine Theilung der Geschäfte statt. Die jungen, d. h. die eben erbrüteten Bienen müssen nämlich mindestens 18 Tage das Haus hüten, während welcher Zeit sie das Bauhandwerk lernen und ausüben und sich zugleich für die, wie es scheint, heiklichere Feld- oder Sammelarbeit vorbereiten. Dies wurde durch Einsetzen einer Brutafel italienischer Bienen in einen deutschen Stock constatirt. Die rothbäuchigen Italiener ließen sich vom Tage ihres Ausschlüpfens an erst nach 20 Tagen außerhalb des Stockes sehen.

Dies sind die allerersten Beschäftigungen der Arbeitsbienen. Alle beziehen sich auf den gleichen Endzweck: auf die Fürsorge für eine reiche Nachkommenschaft. — Sobald nun die nöthigen Brutzellen vorbereitet sind, schreitet auch die Königin-Mutter unverweilt an die Ausführung des Werkes selbst. Lange Zeit hindurch werden nur Arbeitereier gelegt; denn dieser Stand bildet ja das Fundament der ganzen Gesellschaft, und die aufreibende Thätigkeit der Sammelbienen erschöpft in kurzer Zeit ihre Lebenskraft, so daß es auch beständig Lücken auszufüllen gibt. Das Legegeschäft selbst ist einfach; man läßt es aber von allerlei durch die Begleiterinnen der Königin aufgeführte Mysterien umgeben sein, die ja überhaupt in den Kerf-Schilderungen eine so hervorragende Rolle spielen. —

Zuerst untersucht die Königin die Beschaffenheit der Brutzellen mit dem Kopf. Ist alles in Ordnung, d. h. ist die Zelle leer und gehörig geglättet, so stemmt sie sich mit den Hinterbeinen auf den Zellrand, um Raum zu gewinnen und den Hinterleib in die Zelle senken zu können. Sie sitzt nun förmlich, „fast wie eine Henne im Nest", in der Zelle, mit dem Oberleib herausguckend und mit den ausgespreizten

Füßen an den nächsten Zellen sich haltend. Während des Legens wird sie allerdings von den Arbeiterinnen, den „Hebammen“ bedient, d. h. gefüttert, ob aber auch geleckt, gebürstet, freundlich auf den Kopf geschlagen u. s. w. lassen wir dahin gestellt. — Sie legt nicht bloß in ganz vollendete, sondern auch, wenn es sein muß, in erstangefangene Arbeitszellen. Bei den Weiselwiegen versteht sich Letzteres von selbst, denn in die fertigen Königslogen würde sie ja mit ihrem Hinterleib gar nicht auf den Grund kommen. Der ganze Legeakt dauert bei 9 Sekunden; sie soll aber von Zeit zu Zeit etwas pausiren. Bisweilen hat sie es aber so eilig, daß mehrere Eier in eine Zelle und manche auch auf den Boden fallen, wo sie dann von den Wartfrauen aufgelesen werden. Das bekannte längliche, schwach halbmondförmig gebogene und von einer klebrigen Schicht umgebene Bienenei wird mit seinem abgeplatteten Hinterpole auf dem Boden der Zelle fest geleimt. Indem es aber reift, senkt es sich allmälig aus seiner aufrechten Stellung gegen den Boden und nach der am vierten Tage erfolgenden Berstung der Eihaut nimmt die weißliche gelbköpfige Made eine gekrümmte Lage ein.

Interessant ist die zuerst durch v. Berlepsch beobachtete Zirkelbewegung der jungen Maden. Sie machen ungefähr in zwei Stunden einen Kreislauf.

Wie schon gesagt, legt die Königin lange Zeit hindurch nur Arbeitereier. Ihre Zahl ist oft eine enorme. Man hat schon Stöcke mit 60,000 gefunden. Die durchschnittliche Tageszahl wird auf 1200 geschätzt. Die periodisch gesteigerte Fruchtbarkeit rührt von verschiedenen Ursachen her. Die individuelle Rüstigkeit und das Alter der Bienenmutter, sowie die Nahrung und Witterung, die Form und Größe der Wohnung, die Wärme, die Menge der Vorräthe und andere Umstände mögen darauf Einfluß nehmen. —

Erst wenn das Volk gehörig stark ist, wenn der Bien der Fortpflanzung im weiteren, staatlichen Sinne sich nähert, erst dann erscheinen auch die zwei anderen Bienenwesen, also die eigentlichen Geschlechtsthiere, welche eben bei der Koloniebildung die wichtigste Rolle spielen, d. s. die Drohnen und Königinnen, auf dem Schauplatz. Zuerst die Drohnen. Die Arbeiter bauen früher deren Größe entsprechende umfangreichere Zellen, welche dann von der Königin belegt werden. Die großen flaschenförmigen Weiselwiegen hingegen, deren Zahl bekanntermaßen zwischen sehr weiten Grenzen (3 und 20) schwankt, aber im Allgemeinen der Stärke des Volkes angepaßt sein dürfte, kommen zu allerletzt an die Reihe, und die Königin krönt damit ihr Werk, daß sie in jede ein Ei absetzt.

Nun müssen wir aber, eh' wir auf die weiteren Ereignisse im Bienenstocke eingehen, der Ernährung der drei Bienenwesen und deren Brut unsere Aufmerksamkeit widmen. Die Arbeiterin ernährt sich in der Regel selbst und zwar mit den Rohprodukten des Bienenhaushaltes, also mit Honig und Pollen, aus denen der sog. Speisesaft bereitet wird, eine nicht, wie man erwarten möchte, süßlich, sondern ziemlich indifferent schmeckende Flüssigkeit, gegen neun Zehntel Eiweiß und Faserstoff enthaltend. Die Königin und die Drohnen dagegen werden von den Arbeitern geätzt und zwar mit Honig und Speisesaft. Das Verdauen ist den letzteren also sehr leicht gemacht, da die Wärterinnen für sie kauen und auch, wenn wir so sagen dürfen, vor-verdauen und ihnen das Erbrochene eingeben. Was nun die Brut betrifft, so bekommt diese während der ersten zwei, drei Tage die gleiche Kost, nämlich ausschließlich den milchigen Futtersaft oder „Kindsbräu", den sie beim Verlassen der Eischale schon in der Zelle vorfinden. Vom dritten Tage an ändert sich aber die Sache insoferne, als die königlichen Kinder *auch* fernerhin bloß Futtersaft bekommen,

und zwar in so reichlicher Menge, daß sie fast darin schwimmen, während die Drohnen- und Arbeitermaden dieser feinen Kost allmälig entwöhnt und mit von Honig durchfeuchtetem Brod ernährt werden, das sie selber verarbeiten müssen, so daß es also wenigstens den Drohnen in ihrer Kindheit schlechter geht, als im reifen Alter, wo sie gleichfalls königlich bedient werden; trotzdem wird wenig Unrath erzeugt — zu dessen Entleerung übrigens auch die — Oeffnung fehlt. Diese Bruternährung erklärt zweierlei. Fürs erste, daß die Weiselmaden bei ihrer reichlichen und nahrhaften Kost schon nach 17 Tagen entwickelt sind, während die Drohnen 21 und die Arbeiter gar 24 oder gelegentlich noch mehr Tage brauchen. Fürs zweite aber, daß aus den Maden der Weiselwiegen, die in den ersten Tagen von den Arbeitermaden absolut nicht zu unterscheiden sind, vollkommene Weiber werden, während bei den letztern, in Folge der schmäleren Kost, die Entwicklung der in der Anlage vorhandenen Eierstöcke sistirt wird. Die Richtigkeit des Gesagten zeigt am besten das umgekehrte Experiment: die Weiselwiegenmaden, in Arbeiterzellen versetzt und mit einfachem Arbeiterbrod ernährt, werden Arbeiter, die Arbeiterzellenmaden aber, in den ersten Tagen an deren Stelle gebracht, Königinnen. Hier sieht man, was die Ernährung und die bessere Bebrütung und Pflege kann. Nach v. Berlepsch wäre aber das Weiselmadenfutter vom ordinären Futtersaft etwas verschieden.

Die Bienenmaden wachsen sehr schnell. Nach 5 bis 6 Tagen füllen sie schon die ganze Zelle aus. Ists so weit mit ihnen, dann spinnen sie, gleich andern Hautflüglern, einen feinen weißen Seidencocon um sich — gewissermaßen ein Haus im Hause, das dann die Wartfrauen mit einem Wachsdeckel versiegeln. Die Umwandlung der Made in das fertige Insekt nimmt, da letzteres ja überaus vollkommen organisirt ist, viel Zeit in Anspruch und geschieht, auch äußerlich,

ganz allmälig, d. h. die sog. Nymphe behält nicht immer die gleiche Gestalt, wie etwa eine Falterpuppe, sondern geht, unter mehrmaligen Häutungen, schrittweise ihrem endlichen Ziel entgegen.

Vom Zeitpunkt der Bedeckelung der Weiselwiegen an ist es der Königin-Mutter nicht mehr geheuer im Stock. Sie weiß, daß ihr in wenigen Tagen in ihrer Tochter eine Rivalin erwächst und sinnt deshalb auf ihr Verderben. Zunächst sucht sie den Deckel durchzubeißen und das schlummernde Königskind zu erdolchen. Da zeigt sich aber zum erstenmale die „Souveränität des Volkes", das, während seine Regentin über der blinden Leidenschaft ihre Pflichten vergißt, das künftige Wohl des Staates keinen Augenblick außer Acht läßt und die Königin von ihrem staatsverbrecherischen Beginnen zurückhält. Aber diese duldet's nicht länger mehr an der alten Stätte, und da sie sich nicht berufen fühlt, abzudanken oder die Herrschaft mit ihrer Tochter zu theilen, so macht sie Anstalt, den Stock zu verlassen, wohl wissend, daß eine große Schaar von Getreuen ihr folgen wird: der Bien schwärmt; sein Gebärakt ist vollzogen. Und während der junge Staat sich neu constituirt, verjüngt sich auch der alte. Kehren wir gleich zu ihm zurück. Er hat noch keine Königin, aber mehrere Prinzessinnen. Die älteste meldet aber schon ihr Anrecht auf den erledigten Thron an, freilich auf echt bienenmäßige Weise. Von Zeit zu Zeit stößt sie nämlich quakende Töne aus, die man an stillen Abenden, wenn man das Ohr an den Stock legt, leicht hören kann. Sie fragt sich damit an, ob keine Nebenbuhlerin vorhanden ist. Erhält sie keine Antwort, so öffnet sie das Siegel ihrer Wiege und bricht hervor. Da sieht sie aber gleich in ihrer nächsten Umgebung die andern Logen, welche ihre jüngern Schwestern beherbergen. Nun geht es plötzlich aus einem andern Ton: sie fängt laut „tüht, tüht" zu rufen an, was dann, wenn die gefragten Häftlinge auch bereits quaken

können, ein recht stimmungsvolles Frage- und Antwortspiel hervorruft. Die Quakerinnen hüten sich aber wohl, sich sehen zu lassen, und werden, wenn die Königin sie attaquiren will, vom Volke in Schutz genommen. Sobald aber die junge Regentin aus dem stärkeren Quaken die baldige Reife einer Schwester erkennt, macht sie es ganz ihrer Mutter nach, d. h. sie empfiehlt sich schönstens, sie schwärmt, vorausgesetzt natürlich, daß sie einen Anhang findet und die Volksstärke dies verträgt. Ist letztere sehr groß, so wiederholt sich der nämliche Auftritt noch mehrmals, denn der Bien kann so viele Schwärme entsenden, als Königinnen erbrütet werden.

Ist aber einmal das Schwärmen eingestellt und sind noch mehrere Thron-Prätendentinnen vorhanden, dann werden ihre Wohnungen mit Gewalt erbrochen und geschleift, und sie selbst theils vom Volke theils von der rasenden Königin umgebracht. Dies ist die „Königsschlacht". „Die Königin aber herrscht jetzt unumschränkt, und dasselbe Volk, welches kaum noch seinen Abscheu vor dem Verbrechen kund that, küßt unmittelbar nachher die Füße der Schwestermörderin, füttert sie aus dem eigenen Munde und ehrt und liebt sie als Herrscherin." Aber zur allgemeinen Landesmutter fehlt ihr doch noch die wichtigste Eigenschaft. Sie ist noch unfruchtbar — d. h. richtiger sie könnte nur Drohnen erzeugen. Das ist, so möchten wir fast sagen, die Ironie des Schicksals. Männchen bringt sie auch im jungfräulichen Zustand fertig; sie bedarf aber der Männchen, um auch — Ihresgleichen, d. i. Arbeiter und Königinnen zu machen. Die Hochzeit feiert man aber nicht im Stock, sondern draußen, unter freiem Himmel. Gewöhnlich sind mehrere Ausflüge nöthig, bis die Regentin ihren Zweck erreicht. Die ersten dienen mehr zur eigenen Orientirung, denn ihr ist ja die Welt noch fremd. Zu den Ausflügen werden stets die schönsten, wärmsten Tagesstunden gewählt. Verzieht sich die Exkursion

über 15 Minuten, dann kann das zu Hause bleibende Arbeitervolk auf die glückliche Lösung seiner wichtigsten Existenzfrage hoffen. Die Vergnügungen des Bienenhofes selbst sind leider, weil zu weit unserem Schauplatz entrückt, in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt. Sofort nach erfolgter Befruchtung zieht die Königin in den Stock ein, wo nun die allgemeine Huldigung erfolgt. Die Drohnen dagegen kehren zum Theil in sehr defektem, viele in ganz flügellahmen Zustand heim — wo sie aber bald als weiter völlig unnütze Glieder des Staates erkannt und auch behandelt werden, und dies offenbar auf Befehl, oder doch unter Beistimmung der Königin; denn in weisellosen Stöcken unterbleibt diese Drohnenschlacht.

Mit diesem blutigen Akte der Selbsthilfe wollen wir den normalen Kreislauf des Bien abschließen, und nur noch ein paar Worte über einige Vorgänge beifügen, die der stationären Regel, der gewöhnlichen Lebensschablone der Bienen zuwiderlaufen, welche aber gerade auf die psychische Verfassung unserer Kerfe ein bedeutsames Licht werfen. Ein solcher außerordentlicher Fall ist unter anderm der Verlust der Königin. Die dadurch entstandene Weisellosigkeit ist entweder heilbar oder unheilbar. Heilbar, wenn noch Arbeitereier oder ganz junge Arbeitermaden vorhanden sind. In diesem Fall werden die betreffende Zelle und die Nachbarzellen niedergerissen und rings um die neu zu schaffende Regentin eine Weiselloge aufgeführt und mit königlichem Futter versehen.

So entsteht dann im Gegensatz zur natürlichen die künstliche oder gemachte Königin. Aber gerade bei diesem Anlaß scheinen die Bienen öfter den Kopf zu verlieren. Sie wollen nämlich öfter das gleiche Experiment auch mit Drohnenzellen versuchen! Ja noch mehr. Es kann alles in schönster Ordnung sein, sie haben ihre hoffnungsvolle Weiselbrut, füttern sie aber mit — trocknem Brod, so daß

[illegible] Königinnen, einfache Arbeiter herauskommen. — [illegible] sind nur Königinnen gegenüber dem Königreiche. Die von der Sonnensucht zurückkommende Königin wird [illegible] am Flugloch umzingelt und „abgestochen"! Die Wespen treiben eine solche Mordterei auch im Stocke [illegible], wenn die Königin, [illegible] Zellen für ihre Eier suchend, „ihre Kinder ab[illegible]" [illegible] kann sich denken, daß die Jäger [illegible] zum Kram passende Thorheiten durch [illegible] zu beschönigen suchen. Wie aber [illegible] kann, daß es mit dem „untrüglichen Instinkt" eine [illegible] sei, daß die Bienen durch [illegible] ganz außer Rand und Band geraten, [illegible] die Staatsraison der Bienen nicht etwas ihnen Unerschaffenes, sondern [illegible].

[illegible] Schwarze noch, wer stellt denn [illegible] Bienenmader, wie man das häufig beobachtet, auf [illegible] daß sie ihren Aber dem Deckel zuwenden, das [illegible] und verdrießlich umkommen müssen; doch [illegible]!

Am Insektarium.

Die Insekten sind die Kerntiere, die „Primaten" der [illegible]. Trotz ihrer durchschnittlichen Größe, denn [illegible] ist ihnen ja nennen, auch nicht bezüglich der [illegible] Hirnmasse, denn außer der kräftigen Kieferzange, [illegible] haben sie weiter nichts so gar Hervorragendes und [illegible] sie nicht jener Organe, welche das menschliche [illegible] unterscheidet, welche sein eigen nennt, der Flügel. Was sie [illegible] im Insektenreiche nicht allein, [illegible] Fed[illegible] überhaupt macht, das ist [illegible] Intelligenz, ihre immense Zahl und ihr [illegible].

Daß die Ameisen aber wirklich unter allen hunderttausenden ihrer Brüder oben anstehen, dafür sprechen ihre Thaten. Man mag diese, wie es Peter Huber, ihr größter Historiograph, gerathen und gethan, mit noch so nüchternen Augen ansehen, sie bleiben immer groß und denkwürdig. Schon mancher hat die Ameisengeschichten anderer für Fabeln, für Produkte der erhitzten Einbildungskraft gehalten, bis er, wie es Prof. Jurine und dem großen Latreille ergangen, die betreffenden Beobachtungen selbst machte und selbst ihr Lobredner wurde. Man will offenbar gewisse Handlungen der Ameisen nur deshalb nicht verificiren, weil sie allzu hart an unsere eigenen anstreifen, und weil wir glauben, daß die Thierheit gerade nur bei den Säugern ihren Gipfelpunkt erreichen müßte. —

Aber woher haben die Emsen diesen Geistesfunken, der allerdings auch aus ihrem faltenreichen Gehirn hervorblitzt, und warum haben es gerade diese unscheinbaren Kerfe so weit gebracht? Nicht vielleicht gerade deshalb, weil sie physisch so stiefmütterlich bedacht sind, und weil sie trotz ihrer unendlichen Menge doch nur auf einen verhältnißmäßig sehr engen Wirkungskreis angewiesen und so, wie Michelet sagt, von jeher bemüßigt waren, „vom Zufall leben zu lernen".

Versuchen wir es nun, das unendlich vielseitige und vielbewegte Leben dieser Thiere ganz flüchtig zu skizziren. Gleichwie bei den Bienen dreht sich alles um den einen Punkt, die Brut.

Ihretwegen bauen sie die merkwürdigen Burgen, ihretwegen unternehmen sie die berüchtigten Raub- und Wanderzüge, ihretwegen schleppen sie auch die Sklaven herbei, und die merkwürdige Oekonomie mit den Blattläusen hat keinen andern Zweck. Schon diese Andeutungen sagen uns, daß das Leben der Ameisen trotz vielfacher sonstiger Beziehungen ein ganz anderes als *das der Bienen* ist.

Das Treiben der letzteren ist so eintönig, wie ihr Wabenbau: jedes Bienenkind bewohnt sein eigenes Kämmerchen — kriegt seine bestimmte Honig- und Brodration, und die Geschäfte der Erwachsenen sind nicht minder schablonenmäßig. Die Königin geht von Zelle zu Zelle und legt die Eier; die Arbeiter thun desgleichen, um zu füttern und zu reinigen. Und wie einfach ist nicht ihr Nahrungserwerb! Pollen und Honig, Honig und Pollen. Es gibt nichts anderes. Und jede Sammlerin ist auf ihren eigenen Fleiß, auf ihre eigene Geschicklichkeit angewiesen. Der Comunalarbeiten sind nur wenige; sonst muß jedes für sich handeln. Ihr Princip ist und bleibt die strengste Arbeitstheilung.

Wie ganz anders das Thun der Ameisen! Die Einzelperson bedeutet hier wenig, in ihrer Vereinigung aber, zu kleinen Banden oder gar zu großen Heeren organisirt, leisten sie das Unglaubliche, sind sie fürchterlich, unwiderstehlich. Die Einmüthigkeit ist ihre Kraft, Geselligkeit das oberste Gesetz ihrer Existenz. Dies sehen wir z. B. schon bei der Beschaffung des Nestbau-Materials. Wenn wir uns an einem warmen Sommertage neben einem Hügel der großen Waldameise ins Gras setzen, genießen wir ein köstliches Schauspiel. Das Kommen und Gehen der flinken Emsen nimmt kein Ende. Keines kehrt mit leeren Händen oder richtiger mit leeren Kiefern heim. Alle tragen etwas, sei es einen Strohhalm, eine Tannennadel, ein Zweigelchen, ein kleines Reisigbündel, ein Steinchen, ein Harzkorn o. dgl. Oft macht aber ein solcher Baulieferant einen schönen Fund, z. B. einen hübschen Spahn oder Stengel, der einen prächtigen Querbalken abgäbe, oder er stößt auf eine fette Raupe, an der Dutzende von Larven zu essen hätten, ist aber trotz aller Anstrengung nicht fähig, das Ding weiter zu transportiren. Wird es nun im Stich gelassen? Das verstieße gegen alle Ameisenregel. Die Ameise *holt* einige Kameraden und wenn dieser zu wenig sind, wird

sofort ein Courier zum Nest um Verstärkung abgesandt. Und nun geht es an die Last. Wie Zimmerleute einen Baum heben und forttragen, so packen die Ameisen, in der Hast allerdings zuweilen etwas ungeschickt, von verschiedenen Seiten ihre Last und schleppen sie vorwärts. Viel Mühe kostet es oft, eine solche Riesenlast auf den Hügel hinauf zu befördern. Doch alles wendet sich dorthin, wo Hilfe noth thut. Da wird gezogen und geschoben mit einer Zähigkeit und Ausdauer, daß es eine wahre Freude ist.

Aber bei den Hügelameisen herrscht doch noch mehr das Freibeutersystem. Man zerstreut sich bald nach Laune, bald aus Gewohnheit und auf Grund früherer Erfahrungen hierhin und dorthin; jedes nimmt, was ihm gerade unter die Augen kommt und ihm tauglich erscheint, und erst im Neste, am gemeinsamen Sammelpunkte, wird das, was der einzelne erworben und mitgebracht, als Gemeingut der ganzen Gesellschaft auf die schicklichste Art und mit Gutheißung aller, an Ort und Stelle gebracht, vertheilt und verwerthet.

Trotz der erstaunlichen Eile und Ausdauer, welche die Ameisen bei der Besorgung ihrer Geschäfte außerhalb des Nestes an den Tag legen, kommen sie oft, in Folge des ungeeigneten Terrains doch nur langsam weiter. Man denke nur an die Hindernisse, die ihnen ein gewöhnlicher Waldboden bereitet. Wie viel Zeit wird nicht damit verloren, bis sie alle die Höhen erklommen und alle die Abgründe übersetzt haben, welche auf ihrem Weg liegen. Oft befinden sie sich thatsächlich in der Lage eines Menschen, der sich durch ein dichtes Gestrüpp Bahn brechen muß, und jeder weiß, wie unendlich langsam man da weiter kommt. Allein, wo auch der Boden weniger uneben, führt doch stets ein gebahnter Weg rascher zum Ziele, und dies ist, da es den Ameisen mit der schleunigen Ausführung ihrer Zwecke gewaltig Ernst ist, wohl auch der

[illegible] [illegible] sie in [illegible], namentlich die größeren [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], die [illegible] aufgesuchten [illegible] zu [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], machen sie [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] in den [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] und [illegible] (in Tirol) [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] von einem [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] sie auf dem [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] näher und [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], in die Erde [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] sie [illegible] [illegible] hundert Schritte weit [illegible] [illegible] [illegible] und [illegible] endlich mit ihr vor einem [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] nach allen Richtungen der [illegible] [illegible] und in weiterer Entfernung von [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Sträucher oder Baumstämme [illegible]

[illegible] die [illegible] mit [illegible] den besonderen Wohlgeruch [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der Kamelien. Es heißt aber [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] durch das künstliche [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] d. h. mit Fleiß [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] der Blumenfreunde derselben zu [illegible] [illegible] [illegible] und dies würde kein [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Zeitalter dieser Bücher sein.

[illegible] [illegible] [illegible] an einem [illegible] [illegible] der [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], Kreise, welche [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] haben, daß man sie ihres [illegible] [illegible] als Liebesmittel gewisse. Diese [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] aus großen Baumblättern [illegible]. Um [illegible] zu erlangen, räth mit [illegible] [illegible] [illegible] die Frau und das Haus hüten müssen, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] zahlende Volk aus Zeit. Sie [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. An Ort und Stelle an[illegible] [illegible] [illegible] [illegible], auf die Bäume, um die Blätter [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Sammeln sie gewissenhaft

auflesen, ordentlich zuschneiden und sie derart zwischen die Kiefer nehmen, als wenn sie einen kleinen Sonnenschirm in der Hand trügen. Alles ist so emsig und hurtig, daß nach wenigen Stunden auf einem weiten Umkreis alle Bäume entlaubt sind und wie Besen zum Himmel ragen.

Hier noch ein paar Worte über die Auswanderung oder wenn man will, über die Uebersiedelungen der Ameisen. Oft sind sie mit ihrer Behausung unzufrieden. Schlechte Lage oder mißlungene Construction desselben, Mangel an ergiebigen Futterplätzen, vielfache Störungen durch ihre Feinde und andere Ursachen lassen ihnen einen Ortswechsel erwünscht erscheinen. Oft sind es nur einzelne, die, wenn sie zufällig einen bessern Posten entdeckt, ihren Kameraden das Auswanderungsprojekt anempfehlen. Gelegentlich wird aber auch Gewalt gebraucht. Ist die neue Station weit entlegen, so sorgen die „Werbeoffiziere" für ein geeignetes Absteigequartier. Die Ameisen wechseln auch unter Umständen das Nest mehrmals — oder kehren, wenn sie von ihrer Verbesserungswuth durch die Erfahrung geheilt sind, wieder reuevoll in das Schloß ihrer Väter zurück.

Das Geschlechtsleben der Ameisen fangen wir billig gleich mit der Hochzeit an. An schwülen Nachmittagen des Hoch- und Nachsommers sind die Ameisenbauten oft ganz bedeckt mit geflügelten Wesen, die man sonst nur ausnamsweise zu sehen kriegt. Es sind die eben zu dieser Zeit ausgebrüteten Männlein und Weiblein, welche ihrer lustigen Brautfahrt harren. Dies ist eine der stürmischesten und wildesten Scenen im ganzen Kerfleben. Gegen Sonnenuntergang erheben sie sich mit einem wirbelnden Aufbrausen — gleich einer Flammensäule in die Luft. Oft vereinigen sich die heirathsfähigen Herrschaften mehrerer Nester, ja einer ganzen Gegend zu einem einzigen Riesenschwarm — *und es existiren* wohlbeglaubigte Nachrichten,

daß diese wilden Luftschiffer durch ihre fabelhafte Menge fast die Sonne verdunkeln und sollten, wenn ihre Flugkraft erlahmt, gleich einem Landregen zur Erde fallen.

Für die Männchen ist dieser Tag der allgemeinen Ergötzung leider auch der letzte. Niemand kümmert sich fürder um sie; nur Vögel, Lurche — aber wenn sie ins Wasser fallen, auch Fische, betrachten sie als willkommene Beute. Auch viele befruchtete Weibchen theilen dieses Loos; jene aber, die sich im Bereich der Arbeiter befinden, werden von den Arbeitern sorgfältig aufgehoben und nicht selten gewaltsam in das Nest geschleppt, falls sie Miene machen, das Weite zu suchen und eine eigene Kolonie zu gründen. Trotz dieser strengen Ueberwachung der eifersüchtigen Arbeiter oder Jungfrauen werden doch in heißen Tagen tausende neuer Colonien angelegt, wobei, aber nach Hammer und Wesenart und zum Unterschied von den Bienen häufig das Weibchen allein als Gründerin auftritt, indem es an geeigneter Stätte ein Loch aufscharrt und ihre Eier hineinlegt.

Wir haben schon früher einmal erwähnt, daß sich die Ameisen auch mehrere Käfer gefallen lassen, die ja ohnedem nur für das Wachsthum, für die Vergrößerung des Volkes zu sorgen, in andern Dingen aber nicht viel zu bedeuten haben. Die Ameisenmänner werden zwar vortrefflich verpflegt und bedient, sind aber sonst ganz vom Willen der Arbeiter abhängig, so werden von ihnen, wie es scheint, gelegentlich förmlich Tyrannen. Wenigstens erzählt man sich, daß ein Arbeiter beständig die Schildwache auf ihrem Rücken sitze und von Zeit zu Zeit durch einen Kameraden abgelöst werde. Mit dieser Anekdote wird es sich aber wohl ähnlich verhalten wie mit einer andern Aufschneiderei, daß die Arbeiter selbst noch der todten Königinnen huldigen und sie mit allen Ehren bestatten. — Doch, bevor lassen wir sie erst die Eier von sich geben. Dies geschieht, bekanntlich nicht in besonderen Zellen,

sondern sie werden häufchenweise an den geeigneten Brutplätzen deponirt, wobei die Gebärerin „vom jeweiligen Dienst- oder Zimmerpersonal begleitet", im ganzen Gebäude ihre Runde macht.

Sowie nun die kleinen schütterhaarigen Maden ausschlüpfen, haben sowohl die Ammen als die Speiselieferanten vollauf zu thun. Diese, um die nöthige Aetzung herbeizuholen, jene, um die Kinder „aufzupappeln" und ihnen die anderweitige Pflege angedeihen zu lassen.

Wären die Ameisen hinsichtlich ihrer Verproviantirung auf einen so beschränkten Erwerb wie die Bienen angewiesen, so würden sie niemals diese dominirende Stellung im Reich der Insekten und in der Natur überhaupt erlangt haben. Sie nehmen aber mit allem vorlieb, und darum ist denn auch ihrer Verbreitung kein Ziel gesetzt. — Am liebsten essen sie aber Fleisch und — Honig. Ueber den Erwerb des letzteren, sowie über die Kornernte noch später. Der erstere Artikel geht ihnen nie aus. Denn fehlt es an oberirdischen Kerfen, unter denen sie den weichen Raupen und Larven auch ihrer Kinder wegen den Vorzug geben, so durchwühlen sie den Boden nach Engerlingen, Maden u. dgl. Geziefer. Ihre Raubthiernatur spricht sich anschaulich genug schon in den scharfen Hackenkiefern aus. Mit größter Heftigkeit greifen sie sich auch gegenseitig an und fressen zumal die bekannten Puppen, die sog. „Ameiseneier" eben so gerne wie die Vögel. Die Ausmalung einer regelrechten Schlacht zwischen zwei Ameisenstaaten, wobei schließlich tausende von zerstümmelten und giftbespritzten Leichen das Feld bedecken, mag man aber bei Huber oder Forel nachlesen.

Kehren wir nun wieder an den häuslichen Herd zurück. An Rohmaterial für die Brutfütterung mangelt es also durchaus nicht. Es ist aber Sache der Ammen, diese Dinge den Larven mundgerecht zu machen. Sie zerschroten sie, kauen

[illegible] mit den [illegible] Brüdern geben sie nun den Jungen ab. Wollen diese nicht das Maul aufmachen, so erhalten sie — wie man beobachtet haben will, einen freundlichen Nasenstüber. — Haben die Larven, was bei den verschiedenen Arten auch verschieden lange dauert, ihre Vollwüchsigkeit erlangt, dann spinnen sie meist einen weißlichen Seidencocon um sich; sie verwandeln sich in die Puppe. Während nun aber die Termiten mit ihren Larven, nachdem einmal der Wachsdeckel aufgeklebt ist, keinerlei Beschwerlichkeiten mehr haben, sind die Ameisenmütter mit den ihrigen fortwährend geplagt.

Der Sitte hat sich noch einmal einen Eingriff in ein Gebiet erlaubt und gesehen, wie die Arbeiter nichts Eiligeres zu thun haben, als ihre Wickelkinder in Sicherheit zu bringen. In [illegible] außerordentlichen Fällen legen übrigens auch die [illegible] und Kerner Hand an, während man den Termiten [illegible] nicht [illegible] die Kinderpflege absolut [illegible] [illegible] begnügen, die gemachte [illegible] [illegible] wenn die Ammen ihre Pfleglinge verlassen [illegible] Feind verscheucht haben. Aber dies [illegible] Ameisenmütter müssen fortwährend, [illegible] Temperaturverhältnissen umgebaut, [illegible] anderen und namentlich auch in [illegible] werden. Sobald aber eine Wolke letztere [illegible] [illegible] fällt, haben die Mägde [illegible] mit ihrer Waare zusammenzupacken und ihre [illegible] die [illegible] Brutstuben zu transportiren. Und nicht endlich die Zeit des Ausschlüpfens heran, [illegible] die Mägdemütter auch noch Hebammendienste thun, [illegible] aus dem Wickelzeug heraus [illegible] [illegible] die Zeit der Wiege vorüber, dann [illegible] die Schule der Erziehung, die Warnung vor [illegible] die Abrichtung zur Jagd, zum Bau [illegible] und was eine ordentliche Ameise alles lernen muß.

Bezüglich der gegenseitigen Bevormundung und Ueberwachung in der Ameisenrepublik sei nur ein einziges Faktum erwähnt.

P. Huber stellte einmal ein ausgehobenes Ameisennest in eine Schüssel mit Wasser. Unsere Kerfe, bekanntlich von sehr durstiger Natur, kamen auch bald in Menge an den Rand des kleinen Sees. Einige aber, die sich zu tief hinein wagten und den Warnungssignalen ihrer vorsichtigeren Kameraden kein Gehör schenken wollten, wurden nun mit Gewalt gepackt und in das Nest getragen. Dagegen überlassen wir es anderen, von gewissen Ameisenmärchen ganz abgesehen, daran zu glauben, daß die Emsen über Unfolgsame scharfe Disciplinarstrafen, ja für sehr arge Vergehen gelegentlich selbst den Tod durch das Beil verhängen.

Dies sind so die gewöhnlichen Beschäftigungen der Ameisen. Bei manchen Arten ist aber der Haushaltungsetat noch um einige Rubriken reicher, sie haben im Vergleich zu andern noch mancherlei zugelernt.

Die Ameisen sind bekanntlich doch große Freunde von Näschereien. Solches hat schon das Beispiel mit dem Theriaktopf gezeigt; Honig aber lieben sie über alles. Manche südliche Emsen verstehen nun die Kunst wo nicht Honig, so doch zuckerreiches Malz zu bereiten. Bei den einheimischen aber hat sich dafür ein anderer, weit profitablerer Industriezweig entwickelt, die Blattlaus-„Sennerei". Letztere Thiere sind kleine Zuckerfabriken. Sie verwandeln die mit ihrem langen Rüssel abgezapften Pflanzen- in Honigsäfte. Davon birgt ihr Blut einen solchen Ueberfluß, daß beständig etwas aus ihren zwei Rückenröhren herausträpfelt. Dies sind nun gleichsam die Zitzen, aus welchen die Ameisen ihre Milch saugen. Wenn es irgendwo auf einem Baum oder Strauch viel solcher Melkkühe gibt, wird man immer auch zahlreiche Ameisen geschäftig finden, und da es für die Existenz der Blattläuse sehr vortheilhaft ist, wenn die *gewissen* Entleerungen durch die Emsen

entfernt werden, so sind letztere auch wohl gelitten. Dies haben natürlich unsere Pflicht bald heraus gehabt und gehen nun auch mit ihren Honigmachern wie mit ihrem Leibvieh um. Sie werden an Ort und Stelle vor ihren Feinden, namentlich vor dem Blattlausblumen sorgfältig behütet — oder es wird gar die kleine Sennerei umzäunt und zugleich, wenn es angeht, durch einen bedeckten Gang mit dem Nest verbunden. Blattläuse, die nur Wurzeln leben, verpflanzt man aber einfach in das Nest selbst, wie denn die gelbe Ameise F. flava, eine der größten Viehzüchterinnen, solche Blattlausheerden und Blattlausställe im Neste hat und für die Brut ihres jungen Viehes so gut wie für die eigene Sorge trägt. Auch Lasius fuliginosus und brunneus sollen starke Viehstände besitzen.

In einem altjüdischen Gesetz wird eine eigene Verordnung für den Fall erlassen, als jemand auf seinem Grund und Boden ein Kornmagazin der Ameisen aufdeckt. Und die neueren Ameisologen haben geläugnet, daß diese Kerfe überhaupt Wintervorräthe sammeln, einfach aus dem Grunde, weil sie bei uns in der kalten Jahreszeit erstarren und daher auch nichts zu essen brauchen. Erst in jüngster Zeit ist man wieder auf das Alte zurückgekommen, und hat sich speciell der Engländer Moggridge durch seine Ameisenstudien an der Riviera ein bleibendes Verdienst erworben. Als Sammelameise wurde zunächst die in den Citronenterrassen vorkommende Atta barbara erkannt. Sie füllt ihre Speicher, etwa von Taschenuhrgröße, am liebsten mit Getreidekörnern, auf die sie anfänglich wohl durch ihre Aehnlichkeit mit den Puppen kam. Die Leidenschaftlichkeit im Samensammeln erhellt am besten daraus, daß sie auch diesen von Ferne gleichende — Glasperlen aufliest. Sobald das Getreide ihrer Magazine zu keimen beginnt, beißen sie die Würzelchen ab und darren es; sie sind also Malzfabrikanten. Moggridge glaubt, daß sie zu dieser

Industrie im Kampf ums Dasein gebracht wurden, nämlich durch die „Preissteigerung" der Blattläuse in einer Gegend, wo die Nachfrage größer als der Vorrath ist. Manche Ameisen nehmen aber Samen nur gelegentlich und fehlt es also nicht an Uebergängen zwischen Sammlern und Nichtsammlern. Aber es gibt nicht bloß Ameisen, welche fremdes Korn stehlen, sondern auch solche, die sich's selbst anbauen. Die Atta maleficiens in Texas und Mexico hat nämlich nach Dr. Linsecun's Beobachtungen ein förmliches Glacis um ihre wohlgepflasterte Stadt, auf dem sie eine eigene Grasart kultivirt, deren kieselharte weiße Samen dann gemalzt werden.

Möchte man aber schon geneigt sein, manche der obigen Mittheilungen für stark übertrieben anzusehen, so wird man es umsoweniger glauben wollen, daß manche Ameisen auch in dem Punkte mit uns übereinstimmen, daß sie Sklaven halten, d. h. daß sie sich von Ihresgleichen bedienen lassen. Die Thatsache scheint aber sowohl durch die älteren als durch die neueren Beobachter konstatirt, und zudem liegt auch nicht der geringste innere Grund vor, warum man sie bezweifeln sollte. —

Dagegen ist es gewiß reine Zufallssache, daß jene Ameisen wie z. B. Polyergus rufescens, Strongylus testaceus, Formica sanguinea u. s. w., welche Sklaverei betreiben, von heller d. h. rother Farbe sind, während ihre Leibeigenen F. fusca, cunicularia und caespitum dem Negerstande angehören.

Weiters begreift man wohl, daß man sich die Entstehung dieser Gewohnheit nicht so zu denken hat, daß etwa Ameisen urplötzlich auf die Idee verfielen, in fremde Staaten einzufallen, ihre Bewohner mitzuschleppen und sie dazu zu zwingen, ihre Knechte zu werden.

Uebrigens deutet schon die Art, wie sie sich noch heute ihres Dienstpersonals bemächtigen, den wahren Weg an. Daß

Ameisen, durch den Hunger getrieben, vielleicht auch wenn sie gereizt werden, mit Nachbarstaaten sich in einen Krieg einlassen, ist leicht erklärlich. Da sie ferner Larven und Puppen aller Arten theils selbst gerne fressen, theils mit Vorliebe für ihre eigenen Jungen erwerben und einsammeln, so wird man es auch ganz in der Ordnung finden, daß sich die siegreiche Partei der Larven und Puppen der Unterjochten bemächtigt und was nicht gleich zerfleischt wird, für den künftigen Bedarf ins Nest heimträgt. Ein großer Theil wird dort ohne Zweifel bald verspeist werden. Eine erkleckliche Anzahl Larven sowohl als Puppen wird aber, wegen ihrer Aehnlichkeit mit der eigenen Brut, einige Zeit unbeschädigt bleiben, und so ist es möglich, daß sie sich an fremder Stätte auch zu vollkommenen Insekten ausbilden.

Nun wissen wir aber durch Huber, Darwin, Lubbock, Forel u. a., daß die Ameisen Angehörige fremder Staaten nicht unter allen Umständen aus ihrem Nest verweisen — und deshalb kann es geschehen, daß die „Schwarzen" unbehelligt unter den „Rothen" herumgehen, ja letztere sogar bei ihren verschiedenen Beschäftigungen begleiten und unterstützen dürfen.

Die weitere Ordnung der Dinge hängt nun offenbar von der relativen Zahl und Stärke sowie von der ganzen physischen Verfassung der „Sklaven" und ihrer Dienstherrn ab.

Sind erstere numerisch und körperlich schwach und von mehr ruhiger Gemüthsart, so werden letztere sie leicht tyrannisiren können. Sind beiderlei Völker aber einander im Ganzen ebenbürtig, so wird sich wahrscheinlich ein anständiges Wechselverhältniß herausstellen; hingegen in dem Falle, wo die Heloten prävaliren, die herrschende Klasse leicht Gefahr läuft, von ihnen gehofmeistert zu werden.

Wie verhängnißvoll aber ein solches Abhängigkeitsverhältniß werden kann, beweisen die neuesten Versuche Lubbock's.

Individuen von Polyergus, die sich von ihren Sklaven füttern lassen, verhungerten, wenn letztere entfernt wurden, mitten im reichlichsten Honigvorrath. Sie haben einfach im Laufe der Jahre — so weit bringt es die Gewohnheit! — das Essen verlernt.

Dagegen fristete er einem Polyergus über drei Monate das Leben, indem er ihm täglich für kurze Zeit einen Sklaven zur Fütterung an die Seite gab. —

Gewisse Ameisenfamilien haben aber nicht bloß ihre Sklaven resp. ihre Verbündeten, in ihren Hügeln hausen auch Schmarotzer aus ihrer eigenen Sippschaft.

So findet man nach Lubbock die kleine Stenamma Westwoodii ausschließlich in den Nestern von F. rufa und pratensis; ja sie sind gleich dem bekannten Fleischpolyp, der immer auf dem Hause eines Einsiedlerkrebses sitzt, derart an sie gewöhnt, daß sie, sobald ihre Unterstandsgeber die Wohnung wechseln, gleichfalls mitziehen, und hat man auch bemerkt, daß diese kleinen Schelme, namentlich gewisse Solenopsis, mit ihren Wirthen allerlei Possenspiele sich erlauben.

Naturkräfte.

Zweiundzwanzigster Band.

(Doppelband.)

Zweite Hälfte.

Die

Insekten.

Von

Dr. Vitus Graber,

k. k. o. ö. Professor d. Zoologie a. d. Universität Czernowitz.

Zweiter Theil.

(Doppelband.)

Vergleichende Lebens- und Entwicklungsgeschichte der Insekten.

II. Hälfte.

Mit vielen Original-Holzschnitten.

München.

Druck und Verlag von R. Oldenbourg.

1879.

Vorwort.

Aus den zahlreichen freundlich-nachsichtigen Beurtheilungen, welche der erste Theil dieses Werkes, trotz seiner vielen Unvollkommenheiten, zumal in der deutschen und englischen Presse erfahren hat, schöpfe ich die Hoffnung, daß auch der endlich complet vorliegende Doppelband, der die so ungemein interessante Geschichte des Lebens und Werdens der Insekten behandelt, sich einigen Beifall erringen werde.

Es gibt allerdings viele entomologische Handbücher, die theils viel unterhaltender, theils ungleich reicher an zusammengetragenen Thatsachen sind, wie unsere Schrift, die auf einen solchen Titel ohnehin keinen Anspruch macht; trotz ihres geringen Umfanges und allgemeineren Zweckes dürfte aber ihr Gehalt vielleicht doch in einigem Verhältniß zu dem stehen, was selbst in größeren Compendien zu finden ist.

Vor Allem möchte aber dies zu beachten sein. Es lag, schon vom ersten Anfange an, nicht im Entferntesten in meiner Absicht, aus den vorliegenden populären und streng wissenschaftlichen Werken über Insekten ein neues zu compiliren; ich strebte vielmehr eine hauptsächlich auf eigene und eigens zu dem Behufe unternommene Forschungen begründete selbständige, möglichst anschauliche und anregende Darstellung gerade jener umfangreichen Gebiete der Insektenkunde an, die in anderen Werken dieser Art theils, wie z. B. die Entwicklung im Ei, gar nicht behandelt, theils, wie die Erscheinungen der

Metamorphose und auch gewisse anatomische, physio- und biologische Verhältnisse oft ziemlich oberflächlich und gedankenlos abgethan werden, und glaubt der Verfasser nicht bloß zur Popularisirung, sondern auch zur Erweiterung dieser Disciplinen Einiges beigetragen zu haben.

Daß aber von meiner Seite wirklich so Manches geschehen ist, sowohl um in vereinzelte und unverstandene Thatsachen einen Zusammenhang zu bringen, als auch um viele unbekannte oder zweifelhafte Punkte aufzuhellen, dürfte wohl aus den meisten Abschnitten zu ersehen sein, und ein paar Zusätze am Schlusse dieses Bandes geben auch Kunde davon, daß ich noch fort und fort an der Verbesserung des Buches thätig bin. —

Zum Schlusse danke ich noch dem Herrn Custos A. Rogenhofer für die Freundlichkeit, womit er mir seinerzeit bei der Durchsicht der reichen Schätze des k. k. zoologischen Museums in Wien an die Hand ging, sowie den Herren Studiosen A. Schmidhammer und Otto Peters, welche einige sehr hübsche Zeichnungen lieferten.

Czernowitz, zu Pfingsten 1879.

V. Graber.

Inhalt.

I. Vergleichende Lebensgeschichte.

II. Vergleichende Entwicklungsgeschichte.

VII. Kapitel.

Gattungsleben und Zeugung der Insekten.

Ueberall und aufs deutlichste spricht es sich aus, daß das Dasein der Kerfe kein bloßes Vegetiren, kein rein innerliches und verstecktes Lebendigsein, sondern daß es ein wirkliches und noch dazu das bewegteste, kräftigste und thatenreichste Leben ist.

Mögen aber, in diesem Punkte, die Insekten sich kühn neben die allervollkommensten Lebewesen stellen, in Einem verräth sich doch ihre niedere Stellung und Herkunft: in der Flüchtigkeit, im raschen Vergehen ihrer individuellen Existenz.

Der gesammte Lebensgang des Insekts hat, vom Standpunkt des Einzelnen betrachtet, in der That viel Tragisches, denn es ist, als Individuum genommen, sozusagen gar nichts; es existirt, es gewinnt Bedeutung nur im Zusammenhang mit dem Leben der Art.

Bei der anfänglichen körperlichen Unfertigkeit verläuft seine Jugend überaus einförmig. Die Natur zwingt ihm freilich die reichlichste Nahrung auf, aber gewiß weniger um es daran zu ergötzen, als um es für seine künftige Bestimmung tüchtig zu machen. Die Larve ist receptiv, um später produktiv sein zu können. Die Natur thut auch viel zu ihrem Schutze, sie lehrt ihr zu dem Zwecke mannigfache Fertigkeiten und Künste, doch abermals nur, um es desto sicherer auf den Punkt zu bringen, „wo sie es haben will".

Endlich bekommt es seine definitive vielversprechende Organisation, die ihm eine schöne Zukunft eröffnete. Nun muß es aber sofort das von sich geben, was es früher erworben, es muß zeugen, und zwar nicht allmälig, periodisch, in abgemessenen Zeiträumen, sondern bis zur totalen Erschöpfung, und was speciell den zumeist betroffenen, den Weibchen noch an Kraft übrig bleibt, das muß es aufwenden, um die Brut zu versorgen. Ist es mit diesem, wie wir von früher wissen, überaus mühseligen Geschäft zu Ende, hat es so und so viele Bruthöhlen gebaut, so und so viele Ladungen Aetzung eingetragen, dann stände es ihm allerdings frei, auch einmal ganz für sich zu leben und den Rest seiner Tage angenehm zu beschließen.

Wie aber soll das durch die Zeugung geschwächte und durch die Brutpflege völlig entkräftete Kerf, dessen Werkzeuge zudem in vielen Fällen äußerst defekt geworden, dessen Beine lahm, dessen Flügel zerrissen, dessen Kiefer und Krallen abgestumpft sind, in der Sorge um das tägliche Brod den unausbleiblichen Kampf mit den jüngeren noch rüstigen Artgenossen aufnehmen? Die Funktionen der Arterhaltung haben ihm die Fähigkeit zur Selbsterhaltung genommen; wenn es auch noch leben möchte, so könnte es doch nicht.

Dies ist das an und für sich völlig zielunbewußte, für die Erhaltung, Vermehrung und Vermannigfaltigung des Kerfbestandes aber äußerst zweckentsprechende Walten der Natur, wobei eine Vollkommenheit die andere hervorruft: der hohe Entwicklungszustand der Zeugenden die große Zahl der Nachkommen und die Möglichkeit, sie gut zu versorgen; letztere aber den Zwang, dies zu thun, und damit die stetig sich steigernde Verbesserung des gesammten Arterhaltungs-Apparates.

Sexuelle Zuchtwahl.

Soweit unsere Erfahrung reicht, sind alle Insekten, wenigstens in dem hinlänglich charakterisirten Zustand ihrer Vollendung getrennten Geschlechtes, d. h. jede Art besteht aus Männchen und Weibchen und da die Möglichkeit der Zeugung, d. h. der Produktion entwicklungsfähiger Eier an das Stattfinden der Vereinigung der beiden Sexus geknüpft ist, so muß der betreffende Vorgang zugleich als die Hauptaktion der Arterhaltung bezeichnet werden.

Und in der That kommt alles auf dieselbe an. Von ihr hängt es ab, nicht bloß ob die Art überhaupt sich fortpflanzt oder weiter existirt, und wie viele Paare mit der Artüberlieferung betraut sind, es hängt davon auch ab, wie dieselbe überliefert wird.

Dies bedarf einer ausführlicheren Erläuterung

Der Leser erinnere sich zunächst daran, daß bis zum Zeitpunkt, wo die laufende Generation die Zeugungsfähigkeit erlangt, ein großer, ja der allergrößte Theil derselben nicht mehr am Leben ist. Viele kamen schon als Embryonen um, andere als Larven, ein dritter Theil wurde im Puppenzustand dahingerafft und manche mußten auch gleich nach ihrer Vollendung das Leben lassen. Auf alle Fälle sind also der Ueberlebenden nur äußerst wenige, vielleicht von jeder Brut nur ein einziges Pärchen — vielleicht auch von vielen Bruten nur ein Männchen oder ein Weibchen. Das Eine aber ist evident, daß die überlebenden Individuen im Ganzen und Großen wirklich die Auserlesenen, die Elite der ganzen Generation vorstellen, und von solchen Ehekandidaten läßt sich erwarten, daß sie auch tüchtige Kinder hervorbringen, die den harten Kampf ums Dasein gleichfalls glücklich bestehen werden.

Hier erfüllt sich aber der Spruch: „Viele sind berufen, und nur wenige sind auserwählt". Die Natur hält nämlich noch eine zweite Auslese, eine förmliche Superarbitrirung ab.

Die Bedingung und Veranlassung für diese letzte und entscheidende Zuchtwahl ist aber keine andere als die der vorhergehenden, nämlich die Veränderlichkeit in der ganzen Erscheinungsweise der Kerfe. Dieselbe bezieht sich: erstens auf die Entwicklungsdauer der beiden Geschlechter im Allgemeinen sowohl, als auf jene der einzelnen Individuen; zweitens auf das Zahlenverhältniß der beiden Sexus und drittens auf die körperliche Beschaffenheit der Betheiligten.

Wenn es in der Natur wirklich überall und allzeit so nett und ordentlich herginge, wie vielfach behauptet wird, dann müßten offenbar Männchen und Weibchen nicht bloß in gleicher Anzahl, d. h. genau paarweise vorhanden sein, sie müßten auch möglichst gleichzeitig zeugungsbereit werden. Man kann aber sagen, daß die verlangte Regel hier die Ausnahme bildet. — Untersuchen wir zuerst das zeitliche Verhältniß. Man kennt zahlreiche Insekten, bei welchen die Weibchen erst dann erscheinen, wenn der größte Theil der früher reifgewordenen Männchen bereits mit Tod abgegangen. Die Folge davon ist, daß, von ihren übrigen Eigenschaften ganz abgesehen, jene Weibchen, welche zuerst, und jene Männchen, welche zuletzt reif werden, die meiste Aussicht zusammenzukommen haben. Da aber die Eigenthümlichkeit ihrer Organisation, vermöge welcher sich die ersteren rascher und die letzteren langsamer entwickeln als andere Artgenossen, sich auch auf die Kinder vererbt, so wird voraussichtlich bei der nächsten Generation das Erscheinen beider Theile näher zusammenfallen und so also lediglich durch Zuchtwahl, welche die verfrühten und verspäteten Individuen

von der Begattung ausschließt, eine für die Arterhaltung bessere Ordnung der Dinge angebahnt.

Was den zweiten Punkt, d. i. das numerische Verhältniß der beiden Sexus anlangt, so sind in der Regel entweder überhaupt mehr oder weniger Individuen vom einen als vom andern Geschlecht vorhanden, oder es tritt, bei sonst gleicher Anzahl, auch der obige Fall der ungleichzeitigen Entwicklung ein. Unter der Voraussetzung, daß jedes Männchen nur ein Weibchen befruchtet, wird bei ungleicher Zahl der beiden Sexus die Anzahl der befruchteten und Nachkommenschaft liefernden Weibchen auf alle Fälle geringer sein, als wenn bei der gleichen Anzahl von Individuen beide Geschlechter paarweise vertreten wären. So werden beispielsweise bei Halictus sexnotatus K., bei welcher H. Müller unter 56 Individuen 54 ♀ und 2 ♂ fand, nur 2 ♀ Nachkommenschaft haben, während bei gleicher Vertheilung $(54 + 2) : 2 = 28$ eine solche haben könnten. Andererseits werden bei Halictoides dectiventris, wo unter 87 Individuen sich 2 ♀ und 85 ♂ fanden, gleichfalls nur 2 ♀ zeugungsfähig, während beim richtigen Verhältniß $(2 + 85) : 2 = 43$ es sein könnten, so daß hier also die Natur einen Ausfall von 41 möglichen Bruten verschuldet.

Untersuchen wir nun zunächst den letzten der genannten Fälle, d. i. den, wo die Weibchen in der Minderzahl sich befinden, so ist der Nachtheil für die Artvermehrung offenkundig und nicht wieder gut zu machen. Es fragt sich nur, ob nicht doch in gewissem Sinne auch ein Vortheil damit verknüpft ist. Dabei haben wir abermals zwei Fälle zu unterscheiden, den, der als Regel gelten mag, daß jedes Weibchen nur einen Mann zuläßt, und den andern, den wir seinerseits bei der Feldgrille festgestellt, wo ein Weibchen den Befruchtungsstoff mehrerer Männchen in sich aufnimmt.

Nehmen wir zunächst den letzteren Fall und zwar unter der völlig richtigen Voraussetzung, daß die einzelnen Männchen

unter sich mehr weniger verschieden sind, so muß man die Möglichkeit einräumen, daß aus den mit einem solchen Misch-Samen befruchteten Eiern Junge entstehen, welche verschiedene an ihren männlichen Erzeugern getrennt vorkommende Abänderungen in sich vereinigen, die also von ihren Erzeugern mehr abweichen, als letztere untereinander.

Da aber im Allgemeinen in keinem der beiden Fälle ein Weibchen von allen überzähligen Männchen sich befruchten läßt, so ist die Hauptfrage immer die, welche denn dieser Gunst theilhaftig werden. Wären sie körperlich gleichgestellt, so würde offenbar das zufällige Zusammensein oder Zusammentreffen entscheiden. Da sie dies aber im Allgemeinen nicht sind, so werden gewisse Eigenschaften derselben den Ausschlag geben. Welche aber, das wollen wir gleich an einem concreten Fall ermitteln.

Ein Bienenweibchen ergötze sich im Feld auf einer Blüte. In ihrer Umgebung und nehmen wir an, in gleichen Distanzen von ihr, aber außer Sehweite, befänden sich mehrere zerstreute Männchen. Wir haben nun Grund anzunehmen, daß, wie bei vielen andern Thieren, auch bei den Insekten, die Weibchen zuerst durch gewisse, von ihnen ausgehende Gerüche sich verrathen.

Welches Männchen wird nun zu allererst auf die Gegenwart eines Weibchens aufmerksam werden und sonach also auch die meiste Aussicht auf dasselbe haben Gewiß jenes, das die feinste Nase hat. Führt es nun wirklich sein feines ruchsorgan zum Ziele, so wird sich dieses bene auch auf Kinder und die folgenden Geschlechter vererben.

Was aber von der Nase gilt, das gilt auch vom Auge. ner Mann, der am schärfsten und zugleich am weitesten wird das Weibchen auch zuerst erblicken und in Folge ermals die meisten Chancen haben. Dasselbe ist

vom Hören zu sagen, falls etwa das Weibchen eigenthümliche Geräusche von sich gibt. Und die Thatsachen?

Ueber das Besserseln der Männernasen wissen wir vorderhand allerdings nichts, eben so wenig über die Ohren, die wir ohnehin nur vermuthungsweise kennen. Die Augen aber sind in der That bei vielen Kerfmännchen so auffallend größer als bei den Weibchen, daß wir nicht zweifeln können, es sei dies eine auf den Geschlechtsverkehr bezügliche Auszeichnung.

Setzen wir jetzt den Fall, die freienden Bienenmännchen röchen oder sähen das Weibchen gleichzeitig, oder sie nähmen davon gar nichts wahr, d. h. sie müßten erst eins suchen gehen, welches möchte dann wohl zuerst ans Ziel gelangen? Doch unstreitig das, dessen Flügel oder Beine am besten organisirt wären. Die Consequenzen sind aber wie oben, und jeder Insektenkenner weiß, daß in diesen Stücken die Männchen theils untereinander, theils den Weibchen oft sehr überlegen sind.

Dies ist der Kampf ums Dasein resp. um die künftige Existenz der Art unter den Männchen, bevor sie noch das Weibchen erreicht haben. Doch dieser Kampf ist nur ein figürlicher, ein unblutiger, die Männer wissen ja häufig gar nichts von einander und am wenigsten, daß sie Rivalen sind.

Setzen wir nun den Fall, der sich nicht bloß hie und da ereignen kann, sondern der sich, wenn die Männchen in großer Ueberzahl sind, sehr oft ereignen muß, daß mehrere Freier gleichzeitig auf ein Weibchen stoßen, was wird dann geschehen?

Wenn mehrere Raubkäfer eine Beute antreffen, die nur für einen groß genug ist, so wissen wir die Folge. Jene, die sich den andern gegenüber zu schwach fühlen und denen ihre Haut lieb ist, werden gleich das Feld räumen; andere werden sich vielleicht durch eine drohende Geberde eines Kameraden verscheuchen lassen; die übrigen aber, die sich ebenbürtig dünken,

werden sich um die Beute raufen, und der stärkste, der bestbewaffnetste, der geschickteste Fechter wird Sieger bleiben.

Und sollen wir etwa glauben, daß einem gut gerathenen Kerfmännchen um die Besitzergreifung eines Weibchens weniger gelegen sei als um ein Stück Fleisch; sollen wir glauben, daß er auf den Gegenstand seines heftigsten Verlangens freiwillig Verzicht leiste? Gewiß nicht, sondern wir werden schon a priori erwarten, daß es um den genannten Gegenstand einen heißen, ja unter Umständen einen blutigen Streit absetzt. Das scheint in der That festzustehen. Aber die wirklichen Belege? Doch der Leser weiß ja, daß wir vom Leben und zumal vom gegenseitigen Verkehr der Kerfe nur einen verschwindend kleinen Theil kennen, und vieles auch uns immer verborgen bleiben wird. Oder wie sollen wir z. B. erfahren, was, hoch oben in den Lüften, die Bienen und Fliegen, die Libellen und Falter unter sich ausmachen?

Allein das, was wirklich schon beobachtet wurde, bestätigt unsere Erwartung vollkommen, und läßt uns auch einen Schluß ziehen auf jene Kerfe, die uns die gewissen Geheimnisse noch nicht verriethen.

Daß die Männchen kriegerischer Kerfe, wie die Caraben, die Fangheuschrecken und dgl. auf Leben und Tod mit einander turniren, ist selbstverständlich; die anscheinend zahmeren Sippen, die hübschen Fliegen, die lieblichen Falter ꝛc. kämpfen in ihrer Art aber nicht weniger — nur daß man bei ihnen seltener abgerissene Flügel, Beine, Fühler und dgl., vom stattgefundenen Ringen Zeugniß gebende Glieder auf der Wahlstatt antrifft. Gar originell ist unter Anderm das Verfahren gewisser Bienenmännchen, die ihre Nebenbuhler durch stoßweises Anfliegen aus dem Sattel zu heben suchen.

Und welches Männchen wird nun endlich den erstrebten Besitz erlangen? Ohne Zweifel jenes, das ihn am meisten verdient, d. h. das sich um denselben die meiste Mühe hat

kosten lassen. Die nothwendige Consequenz davon ist aber, daß gerade jene Werkzeuge der Eifersucht, denen es den Sieg über seine Rivalen zunächst verdankt, auch auf die Nachkommenschaft übergehen.

Bei den werbenden Insektenmännchen handelt es sich indessen nicht allein darum, die Nebenbuhler bei Seite zu schaffen; es ist ebenso wichtig, sich im günstigen Moment mit Geschick des Weibchens zu bemächtigen.

Wir wissen schon aus dem I. Bd., daß die hiezu bestimmten Einrichtungen häufig noch viel complicirter sind als die bewunderungswerthen mechanischen Apparate zu den vielfachen Handlungen der Arterhaltung.

Hiebei denken die Entomologen aber gewöhnlich nur an die gewissen posterioren Greif- und Haltgliedmaßen, deren Mannigfaltigkeit bekanntlich alle Vorstellung übersteigt.

Aber dies ist bei Weitem nicht alles, dies sind bloß Vorrichtungen, deren genauere Kenntniß wir dem merkmalsuchenden Aug' des Systematikers verdanken.

Es ist bekannt, daß sich die Kerfgelehrten nicht selten den Kopf darüber zerbrechen, wozu, speciell bei den Männchen, diese oder jene absonderlichen Anhänge, Auswüchse und dgl. Zuthaten gut sein mögen, und sie sind leicht dazu geneigt, diese Dinge als bloße Zufälligkeiten, oder als geschlechtliche Ausschmückungen anzusehen.

Beobachtet man aber ein solches stark markirtes Männchen bei der Copulation, d. h. beurtheilt man seine Leiblichkeit nicht in ihrer Isolirtheit, sondern in ihrer Beziehung zu und in ihrer Verbindung mit dem, was von Natur wegen zu ihm gehört und für es gemacht ist, also mit dem Weibchen, so klären sich häufig die gewissen Sonderbarkeiten in einem ähnlichen Sinne auf wie die auffallenden Färbungen und auch die mechanischen Ausrüstungen der Raupen, wenn wir sie *auf ihrem* natürlichen Hinter- und Untergrunde

resp. auf dem Terrain, zu dessen Beherrschung sie die gewissen Organe gebrauchen, ins Auge fassen. Sowie das ausschließlich noch mit der Selbsterhaltung beschäftigte Insekt seiner es ernährenden Umgebung angepaßt ist, so ist das in der Fortpflanzung begriffene männliche Geschlechtsthier seinem Supplementgegenstand, d. i. dem Weibchen mechanisch angepaßt, und sowie ferner im ersteren Falle die Anpassung bald nur eine partielle, bald eine totale ist, so bezieht sie sich auch hier bald nur auf einzelne Theile, bald auf den gesammten Körper des Männchens, der mit der Oberfläche des Weibchens in Berührung geräth.

Ein prächtiges Beispiel für das Gesagte gibt, nach H. Müller, eine Biene, die Chelostoma florisomne L. ab. Abgesehen von Kopf und Brust hat allein der Bauch viererlei solcher Packorgane, nämlich 1. einen hufeisenförmigen Höcker auf dem zweiten Segment, 2. eine dreieckige Vertiefung auf dem dritten Ring, 3. eine Haarbürste auf der vierten Bauchplatte und zuguterletzt noch, am siebenten Segment, zwei das weibliche Hinterende umfassende Dornfortsätze.

Bisher haben wir nur die Männchen aggressiv, die Weibchen aber völlig passiv und zuwartend sein lassen.

Wenn letztere aber auch im vorliegenden Fall, wo sie von zahlreichen Freiern umschwärmt sind, es sich wohl ersparen können, eigene Schritte zu unternehmen, so darf man doch, schon ihrer hochentfalteten Sinne wegen, nicht annehmen, daß ihnen angesichts der mehrfach verschiedenen Werber jeder gleich genehm ist, sie werden vielmehr nach ihrem jeweiligen individuellen Geschmack ihre Wahl treffen. Mit andern Worten, die Wahl ist hier nicht bloß eine passive, d. h. es wählt nicht bloß die Natur den tüchtigsten Mann aus, die Ausmusterung ist zum Theil eine völlig subjective und persönliche Angelegenheit.

In Bezug auf die Motive aber, die ihre Wahl resp. ihr Gefallen bestimmen, geben selbstverständlich die durch gewisse Sinneseindrücke erweckten Lust- oder Unlustempfindungen den ersten Ausschlag. Auffallende Formen und Farben, also überhaupt äußere Zeichen, dann gewisse Gerüche, Geräusche und Töne, welche die Männchen produciren, fallen nebst gewissen zudringlichen Huldigungen gar sehr ins Gewicht.

Gleichwie aber — so dürfen wir schließen — die Natur den Blumen nicht bloß Verführungsorgane anzüchtete, um die ihrer Befruchtung nützlichen Insekten anzulocken und festzuhalten, sondern auch solche, um die schädlichen abzuweisen, so werden zweifelsohne auch manche vielgeplagte Insektenweibchen ihre eigenen Kampf-, Abwehr- und Fluchtmittel erworben haben, welchen nachzuspüren für strebsame Kerf-Biologen ein gewiß sehr dankbares Thema abgäbe. —

Das wären, soweit wir in diesen dunkeln Gegenstand Einblick haben, die Hauptergebnisse des geschlechtlichen Wechselverkehres unter den Insekten für den Fall, wo die Männchen in der Majorität sind. Nun wollen wir noch kurz untersuchen, was beim entgegengesetzten Fall herauskommt.

Die allgemeine Meinung der Entomologen ist die, daß die meisten Kerfe monogam leben. Diese Meinung, oder richtiger dieses Vorurtheil entstand daraus, daß man bei der flüchtigen Art des Beobachtens in der freien Natur ein Kerfmännchen in der Regel nur mit Einem Weibchen beisammen sieht. Dies ist aber offenbar gar kein Beweis.

Um auf die Wahrheit zu kommen, müßte ganz anders verfahren werden. Die Aufgabe wäre keine geringere als ein Männchen vom Augenblicke seiner Verwandlung an bis zu seinem Ende ununterbrochen zu verfolgen und niemals aus dem Auge zu lassen. Wer aber hat sich bisher Tage und Nächte lang einer solchen Kerf-Inspektion unterziehen mögen,

und wie wäre man überhaupt im Stande, ein fliegendes Insekt, z. B. ein Bienenmännchen auf Schritt und Tritt zu beaufsichtigen? Solange man dies aber nicht gethan hat, sollte man alles Gerede für und wider die Monogamie lieber bleiben lassen.

Indeß lassen sich ja diese Beobachtungen, z. Th. wenigstens, auf ganz bequeme Art in einem geeigneten Käfig anstellen. Auf diese Art haben wir unter anderm seinerzeit constatirt, daß ein Grillenmännchen, das mit fünf Weibchen zusammengesperrt war, sämmtliche der letzteren befruchtete, und der Umstand, daß es sich mit manchen nicht bloß ein- sondern mehrmals einließ, läßt noch auf Weiteres schließen. —

Da nun niemand behaupten wird, daß das, was in der Gefangenschaft geschieht, nicht auch im freien Zustand stattfinde, so ist die Bedeutung dieses Falles für die gesammte Zeugungsstatistik jedenfalls in Anschlag zu bringen.

Befänden sich unter den oben erwähnten Grillen gleichviel Männchen und Weibchen und würden erstere streng monogam leben, so könnten offenbar nur drei Bruten entstehen. Wenn aber auf je Einen Mann fünf Weiber entfallen, die alle von jenem befruchtet werden, so ergibt sich ein Plus von zwei Bruten, und so ist klar, daß eine solche weiberreiche Generation die Art viel reichlicher fortpflanzt als eine andere.

Weshalb aber gerade die Männchen der genannten Insekten zur Polygamie hinneigen, müssen wir den Leser auf Grund der uns im I. Th. dieses Werkes entschlüpften Enthüllungen selbst errathen lassen; desgleichen die Ursache, welche es verhindert, daß gewisse andere, z. B. die Bienen, Vielweiberei treiben.

Die Folgen einer solchen gezwungenen Monogamie bei gleichzeitigem Vorwiegen der Weibchen sind aber ganz *jenen* analog, die wir oben für den entgegengesetzten Fall

erörterten. Hier wird das Suchen mehr Sache der Weibchen und das Wählen Sache der Männchen sein, und werden also jene Weibchen am besten daran sein, die einerseits in Bezug auf ihre körperliche Schönheit und andererseits hinsichtlich ihres Beziehungsapparates am vortheilhaftesten gestellt sind.

Nach beiden Richtungen hin haben indeß die meisten Kerfweibchen wenig Ursache zur Eitelkeit, und daraus scheint wieder hervorzugehen einerseits, daß sie der Männchen wegen nicht viele Anstrengungen machen, andererseits aber, daß die letzteren auch nicht viel auf äußern Prunk geben.

Parthenogenesis.

Alle Insekten, wurde oben gesagt, sind getrennt geschlechtlich, d. h. sie bestehen aus Individuen, welche Eier und aus andern, welche Sperma produciren, und es bedarf zur Fortpflanzung der ganzen Art sowohl, als auch zu jener eines Theiles derselben des Zusammenwirkens aller beiden Geschlechter.

Wie leicht einzusehen, gilt aber, strenge genommen, dieses Gesetz nur für jene Species, welche man zu der Zeit, wo sie die Zeugungsfunktion vollführen, wirklich aus zwei heterogenen Wesen zusammengesetzt findet. Bei der größten Mehrheit der Kerfe ist diese für die Beglaubigung ihrer Getrenntgeschlechtigkeit unbedingt erforderliche Beobachtung auch in der That gemacht worden, mit andern Worten man kennt von den meisten Insekten die Männchen und Weibchen und hat sich auch überzeugt, daß sie sich paaren.

Wenn man aber, obwohl man alle Insekten überhaupt noch nicht kennt — denn jedes Jahr werden neue entdeckt — und wenn man speciell auch die bekannten Arten noch nicht alle in Paarung, d. h. also in ihren beiden Vertretern gesehen hat, dennoch die Behauptung der Getrenntgeschlechtigkeit auf die Gesammtheit ausdehnt, so ist dies eben ein Analogieschluß, der eben so gut falsch als wahr sein kann.

Um zunächst in Bezug auf die Unvollständigkeit des Beweismaterials für die allgemeine Getrenntgeschlechtigkeit der Insekten ein paar Belege zu bringen, erinnern wir daran, daß z. B. Hartig, der äußerst kritische Monograph der Blattwespen, welche relativ große und keineswegs versteckt lebende Kerfe sind, von mehr als über 100 Arten nur einerlei Formen kennt, und daß von den Gall- und andern noch minutiösern Wespen noch weit mehr Species noch niemals in Paarung gesehen wurden.

Die nächste Frage ist nun die nach der Natur dieser isolirt stehenden Zeugungswesen. Von vornherein sind 4 Fälle möglich, wenn auch nicht gleich wahrscheinlich. Es könnten sein: 1. ungeschlechtliche, z. B. durch Keime sich fortpflanzende, 2. vereinigt geschlechtliche oder hermaphroditische, 3. getrennt geschlechtliche und dann entweder männliche oder weibliche Wesen. Und faktisch sind auch alle diese vier Fälle schon beobachtet worden.

Was zunächst die erste Eventualität, also die Geschlechtslosigkeit anlangt, so kommt sie allerdings vor, jedoch nur abwechselnd mit der getrennt geschlechtlichen Zeugungsweise.

Aehnlich verhält es sich mit dem zweiten Fall. Es sind schon eine Menge von Zwittern, insbesondere bei Faltern, bei Libellen, Heuschrecken, Ameisen und überhaupt bei großen, d. h. leicht in die Augen fallenden Kerfen constatirt worden. Alle diese waren aber keine primären, also keine eigentlichen Zwitter, sondern sekundäre, durch eine Rückvereinigung der beiden getrennten Geschlechter entstandene, wir wollen sagen Zwillinge. Dabei ist noch Folgendes zu bedenken. Einmal, daß der zwiefache Zeugungsapparat sich selten so ausgeprägt zeigte, daß eine wirkliche Zeugungsfähigkeit hätte angenommen werden können. Zweitens, daß bei diesen Zwittern überhaupt noch niemals eine Fortpflanzung

wahrgenommen wurde, und endlich, daß dieselben stets von den beiden getrennten Geschlechtern begleitet auftreten.

Bezeichnend ist der dritte, aber aller Erfahrung nach äußerst rare Fall, wo man von einer Art ausschließlich nur Spermaproducenten oder Männchen kennt. Ihr Vorhandensein allein beweist nämlich schon die Coexistenz entweder des geschlechtlichen Complementärwesens, des Weibchens, oder doch, was denkbar, eines ungeschlechtlichen Zeugungswesens. Dieser Fall, sowie der frühere, ist somit für unsere Frage bedeutungslos.

Für uns ist am interessantesten der letzte Fall, wo die Art anscheinend nur durch das schöne Geschlecht vertreten ist. Hier geht es aber nicht länger ohne Indiscretion ab, es handelt sich nämlich um die Frage, woran man bei den Kerfen das echt Weibliche erkennt, d. h. wie und woran man die Eier- von den Keimproducenten, also von den ungeschlechtlichen Zeugungswesen unterscheidet.

Was zunächst das Allerwesentlichste, nämlich die innerlichen Zeugungsorgane betrifft, so ist häufig, wie dies unten noch zu erörtern, weder ein gestaltlicher noch ein physiologischer Unterschied gegeben. Eier- und Keimdrüse sind häufig vollkommen identisch, das Weib hat somit, als solches, nichts Specifisches. Das Weib zeigt und manifestirt sich nur in dem als Weib, was es mit Bezug auf das Complementärwesen, d. i. den Mann hat. Diese männlichen Charaktere des Weibes — so wollen wir sie nennen — sind aber gerade bei den meisten Kerfen sehr ausgesprochen. Es ist, wenn wir uns nur an das Innerliche halten, erstens die Copulationstasche, die freilich gewissen Abtheilungen ganz fehlt, und zweitens das Samenbehältniß, die Spermatheca, die beinahe gar alle Insekten besitzen. Demnach können wir sagen, ein Kerfindividuum, das eine keim- resp. eierstockartige Zeugungsdrüse und zugleich eine Samentasche hat, ist als ein wahres Weib anzusehen, während ein anderes, das kein solches männliches Merkmal an sich

trägt, eben so gut für ein keim- als für ein eierproducirendes Wesen oder für ein Weib hingenommen werden kann.

Wenn nun, wie dies wirklich so ist, in dem obengenannten Fall, wo eine Kerfart nur durch einerlei Zeugungsform vertreten ist, diese aus wahren, echten Weibchen besteht, was folgt daraus? Wenn die Männerlosigkeit dieser Arten wirklich constatirt wäre, und der Fall ausgeschlossen bliebe, daß diese männerlosen Weibchen von Männchen nahe verwandter Species sich befruchten lassen, so würde hinreichend erwiesen sein, daß sie sich parthenogenetisch fortpflanzen, d. h. daß ihre Eier ohne männliches Zuthun eben so entwicklungsfähig wie die sog. Keime sind.

Wir wollen nun zunächst nicht die Wahrscheinlichkeit der beiden gesetzten Fälle und damit die des Stattfindens von Parthenogenesis überhaupt untersuchen, wir wollen nur nachsehen, wie und unter welchen Umständen jungfräuliche oder eingeschlechtliche Zeugungswesen an Stelle der zweigeschlechtlichen treten können.

Daß ein Wesen, das eigene complicirte Einrichtungen behufs der Vereinigung mit einem Manne hat, trotzdem seine Zeugungsfunktion allein vollführt, scheint, auf den ersten Blick, in hohem Grade unwahrscheinlich. Es ist solches aber für den Fall, daß im entscheidenden Zeitpunkte, wo es sich den Männchen hinzugeben den Drang hat, letztere nicht vorhanden sind, gewiß nicht merkwürdiger, als wenn z. B. ein Kerf, das mit Flügeln versehen ist und das seine Wege gewöhnlich durch die Luft macht, zu einer Zeit, wo ein heftiger Wind geht, diese Hilfswerkzeuge und Förderungsmittel gleichsam vergessend, zu Fuß geht.

Sowenig das Insekt die Flügel hat, um unter allen Umständen zu fliegen, ebensowenig, behaupten wir, hat das Kerfweibchen die Spermatheca, um behufs der Zeugung unter

allen Umständen die gewisse Materie in sich aufzunehmen. Doch der Vergleich, wird man sagen, gilt nicht.

Das Kerf kann die Funktion des Ortswechsels allerdings auch ohne Flügel verrichten, einfach deshalb, weil es auch Beine hat; was aber ersetzt denn bei den parthenogenetischen Weibchen den die Gestaltung des Dotters anregenden Befruchtungsstoff?

Um hier möglichst klar zu schauen, ist früher ein großes Vorurtheil zu überwinden.

Die den Eiern analogen Fortpflanzungszellen der ungeschlechtlichen Thiere, sind nicht bloß „keimfähige Anlagen" sondern wirkliche Keime — ganz aus und durch sich selbst entwickel- und gestaltbar. Die Trennung oder Zerlegung des ursprünglich einheitlichen Zeugungsstoffes in Eier- und in Samenzellen ist dagegen eine höhere Differenzirung, etwa vergleichbar der Spaltung eines Ur-Kerfkiefers in einen Kau- und in einen Tasttheil. Man muß ferner annehmen, daß die aus solchen Doppel-Zeugungsstoffen hervorgegangenen Individuen über jene, die nach dem alten Styl entstanden, im Vortheil waren, wodurch die anfangs durch gewisse „zufällige" Ursachen bedingte Geschlechtstrennung erhalten und gesteigert wurde.

Sowenig aber z. B. die Arbeits- und Krafttheilung der in zwei Parallelstücke zerlegten Kerbthierkiefer in allen Fällen die gleiche ist, sowenig darf man erwarten, daß die Eier Eines Weibchens sowohl als die verschiedener Arten in Bezug auf ihre selbständige Keimfähigkeit gleich viel an den andern Theil d. i. an den Samen abgetreten haben. Oder anders: Während viele, wir dürfen sagen die meisten Keime durch ihre Eiwerdung die Keimfähigkeit ganz und gar einbüßten, haben sie andere zum Theil und zwar in verschiedenem Grade erhalten, d. h. also, die Keimungsfähigkeit der Eier ist nicht etwas Absolutes, sondern etwas

Relatives, nichts Constantes, Gleichbleibendes, sondern, wie alles Organische, etwas den äußeren Einflüssen Zugängliches und daher Veränderliches und Anpassungsfähiges.

Wir können auch sagen: So wie es Uebergänge gibt zwischen Thierformen und Thierorganen, so gibt es Uebergänge von Zeugungsstoffen, vom Theilprodukt zur Knospe, von dieser zum Keim und — oder sollen wir da stehen bleiben? — vom Keim zum — Ei.

Dieser Satz ist freilich aprioristisch aufgestellt; aber schon die wenigen Thatsachen, die man bisher constatirt, beweisen seine Wahrscheinlichkeit. Wenn man sich die Mühe nimmt, tausende unbefruchteter Seidenspinnereier zu untersuchen, wird man fast regelmäßig einige darunter finden, bei denen die Entwicklung des Embryo mehr oder weniger weit fortgeschritten ist, ja Herold zog einmal einen fast ausgebildeten Fötus aus einem solchen hervor.

Bei Lurchen und Fischen ist dieselbe Beobachtung selbständiger Ei-Keimfähigkeit schon lang und oft gemacht worden; bei Säugethieren ferner von Bischof, bei Vögeln u. A. von His, bei Schnecken von Vogt, welcher letztere in einem unbefruchteten Ei von Firola den Embryo schon rotiren sah.

Nun, und wenn die im unbefruchteten Ei wirkenden Kräfte die Formung der Dotterkugel bis zu einem gewissen Grade zu bringen vermögen, warum sollen sie nicht gelegentlich oder spontan zur Fertigstellung des Embryo ausreichen? —

Von diesem Standpunkt aus besehen hört die jungfräuliche Zeugung nicht bloß auf ein unbegriffenes Wunder zu sein, sie erscheint vielmehr als ein nothwendiges Uebergangsglied zwischen ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung, und wer, wie Plateau, ihre Möglichkeit läugnet, muß consequenter Weise alle natürliche Entwicklung überhaupt bestreiten.

Durch welche äußeren Bedingungen die Keimbarkeit unbesamter Eier gesteigert und dadurch ein Ersatz für die Wirkung des Sperma's gegeben wird, wissen wir freilich ganz und gar nicht; da aber, wie uns die Fisch- und Froscheier zeigen, die Veränderlichkeit ihrer Keimkraft eine Thatsache ist, so ist die Möglichkeit der Erhaltung und Steigerung derselben durch natürliche Zuchtwahl unter gewissen Umständen selbstverständlich.

Ein solcher Umstand ist nun eben der obengenannte, wo ein großer oder völliger Mangel an Männern herrscht. Hier werden sich offenbar nur solche Weibchen fortpflanzen können, welche die meiste Selbstbefruchtungskraft in sich haben; und so kann sich, von Generation zu Generation, parthenogenetische Zeugung erhalten und immer mehr befestigen.

Wir haben jetzt dargethan, wie und inwieweit jungfräuliche Zeugung überhaupt denkbar und möglich sei und dann, daß sie insbesondere bei gewissen männerarmen Kerfen für die Arterhaltung fast nothwendig angenommen werden muß.

Uebrigens hätten wir uns die vorhergehende Beweisführung für die Parthenogenesis völlig ersparen können; denn die häufig gehörten, aus einer höchst beschränkten Auffassung der organischen Natur entspringenden aprioristischen Bedenken mögen anscheinend noch so stark sein — sie müssen schweigen, wenn die Thatsachen sprechen.

Wie zu erwarten, wurden zuerst — und zwar schon im vorigen Jahrhundert — gewisse Schmetterlinge der Parthenogenese bezichtigt. Bei dem Umstande nämlich, daß von diesen beliebten Unterhaltungsobjekten alljährlich tausende und viele auch isolirt gezüchtet wurden, war es kaum anders möglich, als daß man einzelne Weibchen, die, wie man glaubte, in keinerlei Berührung mit Männchen gekommen waren, Eier ablegen und aus denselben seiner Zeit auch Räupchen ausschlüpfen sah.

und zwar unter genauester Angabe der Method machen sehen, haben wir dann ein Recht, ihre Resultate zu bezweifeln?

Wir haben schon wiederholt der Schneckenhaus-Motte, der Cochlophora Helix Sieb. (Fig. 87 A) gedacht. Die Anwendung des weiblichen Geschlechts paßt dafür insoweit, als man lange Zeit eben nur dieses kannte. Das Wort „Motte" aber hätte man insolange nicht gebrauchen sollen; denn die erwachsene Cochlophora sieht nichts weniger als einem Falter ähnlich: es ist vielmehr ein Wurm, der auch nach der stattgefundenen Verpuppung aus seinem Häuschen nicht herausgeht.

Man findet die betreffenden Thiere, in manchen Berggegenden ziemlich häufig, auf Kräutern verschiedener Art, z. B. auf Lotus corniculatus, Alyssus montanus, Artemisia vulgaris u. s. w.

Fig. 87.
D u. E. Raupensack von Psyche helix Sieb., nat. Gr. A vergr.

v. Siebold sammelte, mit unsäglicher Geduld, Jahrzehnte hindurch hunderte und tausende solcher und überzeugte sich durch die Section, daß es lauter weibliche resp. jungfräuliche Individuen waren, indem ihre Samentasche stets vollkommen leer gefunden wurde. Dies konnte auch kaum anders sein; denn der unermüdete Biologe hielt alle unter strengster Clausur, so daß die Möglichkeit einer Empfängniß absolut ausgeschlossen war.

Und die Fortpflanzungsart? Sie ist sehr einfach. Hat die Raupe ihr Wachsthum erreicht, so verwandelt sie sich, gleich andern Falterlarven, innerhalb ihres Sackes in eine Puppe, und daraus kommt dann das genannte wurmartige Thier, das

von der Raupe kaum zu unterscheiden ist. Dies ist das geschlechtsreife Weib. Dasselbe legt bald darauf in sein Häuschen eine Menge Eier ab, welche wieder Räupchen liefern. Letztere zerstreuen sich dann, spinnen ihren eigenen Sack, verstärken ihn durch Sandkörnchen und ihre weiteren Schicksale sind genau jenen ihrer Mutter gleich, sowie sie denn auch selbst wieder und nach v. Siebold's Beobachtungen durch eine Reihe von Generationen, lauter Weibchen hervorbringen.

Für Cochlophora Helix ist somit die Parthenogenesis absolut sicher gestellt und auch dies, daß sie zur Arterhaltung nothwendig ist; denn, wenn Siebold, an gewissen Lokalitäten wenigstens, unter tausenden von Individuen kein einziges Männchen fand, so ist doch evident, daß letztere ungemein selten sein müssen, und falls ihre Einwirkung zur Zeugung nothwendig wäre, die wenigsten Weibchen eine Nachkommenschaft bekämen, während doch ihr Vorkommen kein seltenes ist.

Die Existenz von Helix-Männchen überhaupt erwiesen zu haben, ist eines der zahlreichen Verdienste von Prof. C. Claus. Er bekam und züchtete sie aus einer Raupensendung aus Bozen. Im Larvenzustand gleichen sie ganz den Weibchen, haben aber etwas andere Säcke.

Als Puppen dagegen zeigen sie schon die gewissen Falter-Embleme, die langen Beine, Flügel- und Fühlerscheiden. Erwachsen sind sie wie alle echten Falter — also ihren Gattinnen ganz unähnlich.

Daraus folgt, daß eine parthenogenetische Generation außer Weibchen auch Männchen hervorbringt. Ob und wann diese sich paaren, ob die beiderseitigen Nachkommen nur aus Weibchen bestehen, und letzteres angenommen, wie viele Generationen die Parthenogenesis anhält, von all dem wissen *wir noch* gar nichts. —

Manche Analogie mit den Schneckenhaus-Motten bieten zwei andere, gleichfalls zuerst von Siebold genauer controlirte Sackträger, die Solenobia triquetrella und lichenella. Sie gleichen vielfach den Helix, ihre Futterale, an Bretterzäunen und Baumstämmen hängend, sind aber von der gewöhnlichen Gestalt, schlauchförmig.

Bei S. triquetrella beobachtete Hofmann ununterbrochen 6 Jahre hindurch nur jungfräuliche Fortpflanzung, machte aber später mit der Entdeckung der geflügelten Männlein auch die, daß sich die wurmartigen Weibchen zeitweilig auch der Umarmung der letztern überlassen, wenn diese rechtzeitig, d. h. bevor sie die Eier ablegen, auf dem Schauplatz sich einzufinden belieben.

„Unter Umständen" (!) jedoch bringen es die Solenobia-Weibchen ohne männliches Zuthun zu gar nichts. Um dem hier versteckten Geheimniß auf die Spur zu kommen, nahm man auch eine künstliche Kreuzung von Nürnbergermännchen mit Münchenerjungfern vor. Das Resultat war eine ausschließlich weibliche Brut; es wird aber niemand behaupten, daß wir jetzt klüger, daß wir dem Gesetz der Sackträger-Parthenogenesis näher sind.

Eins leuchtet zunächst aus den bisherigen Resultaten hervor. Es genügt nicht, wenn nur Einer oder wenn nur einzelne mit Fleiß und Liebe beobachten. Die großen Errungenschaften auf dem Gebiet der anorganischen Erscheinungen sind das Werk zahlreicher Forscher; biologische Fragen, die doch ungleich complicirter sind, können also voraussichtlich nur durch einmüthiges geregeltes Zusammenwirken Vieler ihre Lösung finden.

Aus den bisherigen Thatsachen scheint hervorzugehen, daß aus unbefamten Kerfeiern, unter gewissen Umständen wenigstens, die zu eruiren eben Sache künftiger Forschung ist, ebensogut männliche als weibliche Individuen entstehen können.

Es gibt aber auch Fälle, wo Parthenogenesis, und zwar ganz regelmäßig, nur das eine der beiden Geschlechter hervorbringt.

Eben so interessant als einfach ist das Verhalten der Arbeiterbienen. Daß sie Weibchen, wissen wir; Leukart und Siebold haben aber nachgewiesen, einmal, daß sie keine Samentasche haben und dann, daß bei der Enge ihrer Vagina auch eine Paarung absolut undenkbar wäre. Wenn sie nun, wie uns bekannt, gelegentlich doch Eier legen, so ist klar, daß dies unbefruchtete, wahre Jungferneier sein müssen. Durch tausende der sorgfältigsten Beobachtungen ist aber constatirt, daß aus letzteren stets nur Männchen werden: die Arbeitsbienen sind, wie man sagt, männer- oder drohnenbrütig. Das gleiche gilt von der Königin. Ihre Eier sind weder im Ovarium noch später von einander zu unterscheiden, d. h. jene, welche in die Drohnen- und jene, welche in die Arbeiter- resp. Königinnenzellen kommen, sehen sich absolut gleich „wie ein Ei dem andern".

Ist die Königin, aus was immer für einem Grunde nicht befruchtet, so legt sie überhaupt nur in Drohnenzellen. Sämmtliche Eier des Ovariums sind also von Hause aus männlicher Art. —

Ist sie aber befruchtet, ist ihre Samentasche gefüllt, dann läßt sie trotzdem die Drohneneier unbefruchtet. In letzteren ist nämlich noch niemals auch nur Ein Spermatozoon gesehen worden.

Weiblich werden aber diese männlichen Bieneneier durch die Besamung. Dies beweist einfach der Umstand, daß in allen in Arbeiter- resp. Königinnenzellen liegenden Eiern ganze Haufen von Spermatozoen sich vorfinden.

Zu besserer Bekräftigung dieser Thatsache sollte man freilich auch einmal mit einer künstlichen Befruchtung versuchen.

welche ja schon Herold mit Erfolg bei bereits gelegten Falter-eiern angewandt.

Einer Arbeit, die an Scharfsinn der Erfindung und des Planes, an Mühe und Sorgfalt der Durchführung in der bisherigen kerf-biologischen Literatur wohl einzig dasteht, können wir nur mit wenigen Worten gedenken. Es ist v. Siebold's Untersuchung der Parthenogenesis von Polistes gallica.

Aus der Beobachtung mehrerer hunderte von Polistes-Nestern, die fast tagtäglich revidirt und in Bezug auf den Zellen-, Personal- und Eierstand tabellarisch verzeichnet und registrirt wurden, hat sich folgendes ergeben. Die Eier, welche die vom Vorjahre her befruchtete Königin im Frühjahre legt, entwickeln sich zu lauter (kleinen aber wahren und auch mit einer Samentasche versehenen) Weibchen. Später betheiligen sich letztere gleichfalls am Legegeschäft; ihre Eier — selbstverständlich unbefruchtet; denn Männchen gibt es noch nicht — liefern genau wie bei den Bienen — die letzteren; auch hier sind also die (unbefruchteten) Arbeiterinnen drohnenbrütig.

Betreffs der Hummeln fehlen verläßliche Daten ganz; hinsichtlich der Ameisen liegt uns eine neue Beobachtung Lubbock's über die Drohnenbrütigkeit unbefruchteter Arbeiter (workers) von Formica cinerea aus Castellamare vor.

Nach allen jetzt vorgebrachten Daten könnte man geneigt sein zu glauben einmal, daß die meisten socialen Aderflügler parthenogenetisch und dann, daß ihre Ovarium-Eier ausschließlich männlich sind.

Letzteres ist aber — nach den Fällen, die bisher bekannt wurden, nur wahrscheinlich; von einer Gewißheit kann deshalb keine Rede sein, weil wir nicht den geringsten Grund dafür kennen, weshalb das Hymenopteren-Ei an

und für sich männlich differencirt sein soll, ganz abgesehen davon, daß ja die gesammte Keimbeschaffenheit der Kerfeier unter das allgemeine Princip der Veränderlichkeit fällt.

Wie sehr wir, bei der Neuheit der Sache und besonders, um durch vorschnelle falsche Behauptungen nicht auch das Sichere und Wohlverbürgte in Mißcredit zu bringen, bei unsern Schlüssen behutsam zu sein Ursache haben, lehrt nun der folgende Fall.

Auf den Blättern des Stachelbeerstrauches (Fig. 87*) findet man nicht selten grünliche, schwarz getüpfelte Raupen, die ausgewachsen sich in die Erde verkriechen, einen ovalen bräunlichen Cocon um sich spinnen, aus dem dann eine Blattwespe, der Nematus ventricosus entsteht.

Keßler hatte nun zufällig beobachtet, daß viele der aus diesen Cocons hervorbrechenden Weibchen, ehe sie sich noch mit einem Männchen gepaart hatten, ihre Eier legten, und daß daraus, also auf parthenogenetischem Wege, nicht, wie man wohl erwarten möchte — Männchen — sondern lauter Weibchen entstanden, während die befruchteten Nematus auch Männchen liefern.

Fig. 87*. Stachelbeerraupen von Nematus ventricosus, nat. Gr.

Auch diese Beobachtungen wurden dann im großen Style von Siebold wiederholt.

Er zog tausende von solchen Raupen zu Hause in geeigneten Käfigen und wartete die Verpuppung ab. Die größeren Cocons, welche mit äußerst seltenen Ausnahmen weibliche Thiere geben, wurden dann von den kleinern, den männlichen, abgesondert und zum Theil auch einzeln aufbewahrt. Das Resultat war

überzeugend genug. Sämmtliche Weibchen legten, ohne lang auf einen Mann zu warten, Eier — und immer wurden nur Weibchen daraus.

Sollten nun aber gewisse Skeptiker allen vorgenannten Mittheilungen zum Trotz die Möglichkeit der Parthenogenesis bestreiten, so haben sie jedenfalls die Pflicht, dies durch Thatsachen zu beweisen.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung. Generationswechsel.

Es gibt Wasserthiere, die bekannte Hydra oder der Süßwasserpolyp ist ein solches, von überaus einfachem Bau. Ihr ganzer Körper ist weiter nichts als ein afterloser Darm, d. i. ein Schlauch, der am einen Ende geschlossen und festgeheftet ist, während das andere Ende offen und zum Zwecke der Nahrungsaufnahme von einem Kranze armartiger Ausstülpungen umgeben ist. Dieser niedrigen Organisation entspricht auch die Einfachheit ihrer Fortpflanzung, bewerkstelligt durch Knospen, die aus den Seiten dieses „Pflanzenthieres" hervorwachsen und über kurz oder lang ein dem Mutterwesen gleiches Geschöpf geben.

Nennen wir ein solches „Schlauchthier" A, so wird die Aufeinanderfolge der gleichen Generationen ausgedrückt durch die Reihe

A. A. A. A. . . . .

Gleich bleiben sich diese einander succedirenden Geschlechter aber im Allgemeinen nur insolange, als auch ihre Lebensbedingungen sich gleich bleiben.

Setzen wir nun den Fall, die vom Mutterpolyp sich loslösende Knospe komme unter andere Umstände und verändere in Folge dessen ihre Gestalt A in die andere aber sehr ähnliche A_1, später aus gleichen Gründen in A_2, A_3 u. s. f. und

es käme endlich (im Laufe vieler Generationen, in welchen alle diese einzelnen Veränderungen summirt werden) ein Wesen heraus, das sich schon insoweit als eine höhere Lebensform erwiese, als es nicht mehr an einen festen Wohnsitz gebunden, sondern mit völlig selbständiger Bewegung begabt wäre.

Wir sagen nun, die Form A hat sich allmälig in die Form A_n verwandelt oder metamorphosirt, und bezeichnen diese neue höhere Form A_n im Gegensatz zu den vorausgehenden niederen, die man Larven nennt, als das (relativ!) „vollendete" Thier.

Da nun voraussichtlich die größere Gesammtdifferenzirung des Körpers auch eine Steigerung seiner einzelnen Funktionen nach sich zieht, so steht zu erwarten, daß sich die Neuform A_n nicht mehr wie die Alt- oder Urform A durch Knospung, sondern auf complicirterem Wege also z. B. durch befruchtete Eier vermehrt. Die fortschreitende Metamorphose des Gesammtthieres ist mit andern Worten von einer progressiven Metamorphose der Zeugung begleitet.

Der Fall nun, den wir da gesetzt, ist kein erfundener. Es gibt im Meere wirklich in der Gestalt und Fortpflanzungsweise der Hydra ähnliche Wesen, deren Sprößlinge aber, die bekannten Schirmquallen, auf geschlechtlichem Wege d. i. mittelst befruchteter Eier sich fortpflanzen.

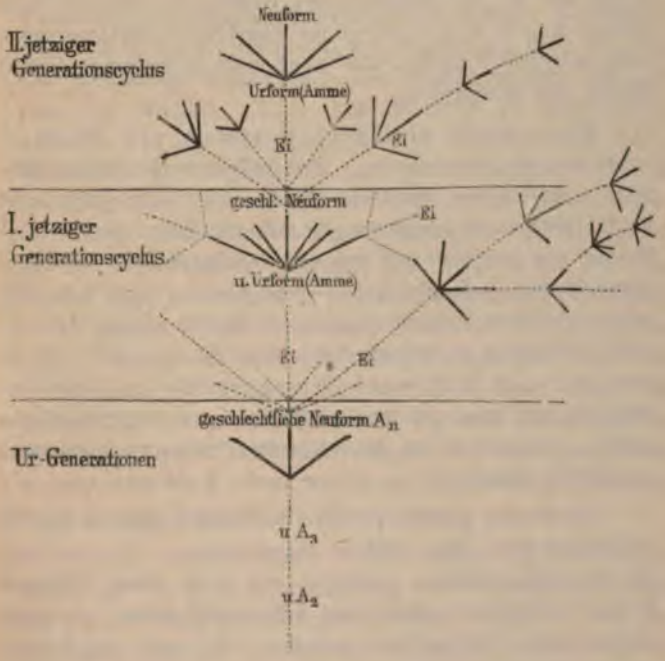
Nun ist der Leser gewiß neugierig zu vernehmen, was wohl aus den Eiern dieser Neuform für Wesen zum Vorschein kommen.

Wenn, wie einmal nicht zu bezweifeln, die Geschichte jedes Individuums eine gedrängte Recapitulation, eine Wiederholung der Stammesgeschichte liefert, so könnte es wohl sein, daß aus dem Ei der Jetzt- oder Quallenform A_n nicht gleich wieder ein der Jetztmutter gleichendes Kind A_n, sondern zunächst die Ur- oder Einstform A, das wäre also die festsitzende Hydra, entstünde.

Und vielfach geschieht dies in der That. Da aber dieses erste Glied der Entwicklungsreihe

$$A \,.\, A_1 \,.\, A_2 \;\; . \;\; . \;\; . \;\; . \;\; A_n$$

wie leicht einzusehen sich nicht unmittelbar (durch Metamorphose) in die Qualle A_n verwandeln kann, da ja der „Stamm"



Ungeschlechtliche Urform (u A_1)

Fig. 88.
Schema des einfachen Generationswechsels.
..... Ei und daraus entstehende Amme.
—— von der Amme auf ungeschl. Weg erzeugtes (reproducirendes) Geschlechtstthier.

nicht selbst zur Knospe wird, sondern nur die Knospen an sich erzeugt, so folgt daraus, daß, ehe aus der „Larve“ A vollendete Thiere werden können, sie früher, wie ehmals, selbst erst zweiseriren muß.

Die Neu- oder Quallenform A_2 erzeugt also zunächst durch ihr Ei die Stamm- oder Urform A, und erst diese erzeugt A_1, A_2 u. s. f. resp., bei abgekürzter Metamorphose, auch unmittelbar wieder, und zwar meist in mehreren Exemplaren, die Neuform A_2.

Dies ist also eine Metamorphose, eine Wechselfolge der Generationen. Das vollendete oder Geschlechtsthier zeugt die ihm gleichenden Nachkommen nicht selbst, nicht direkt, sondern es zeugt nur die alte Stammmutter, die Ur-Amme, und erst diese gibt dem neuen Geschlecht den Ursprung. Dies ist der einfachste Fall. — Sogut aber als das erste Glied der durch die Ontogenese wiederholten ganzen Stammreihe individuelle modificirt, ebenso kann es auch jedes folgende oder aber auch mehrmals thun, wodurch dann selbstverständlich das ganze baumartige Schema der cyclischen Generationen, wie wir es in Fig. 88 entworfen haben, noch viel complicirter wäre.

Die Bäume gewisser Quallen sind Erscheinungen der merkwürdigsten Art. Sie gleichen einem Baume. Die aus dem befruchteten Eiere — anfangs mit Hülfe eines Wimperkleides im Wasser umherschwimmend, setzt sich nämlich später auf einem Stein, einer Muschelschale und dgl. fest, streckt sich hierauf in die Höhe, und nun treiben oft tausende und tausende, in ganze Wälder von Zweigen und Zweigchen hervor, bis schließlich daraus erst jene knospenähnlichen Medusen treiben.

Weniger auffallend, aber nicht minder fruchtbar ist die Amme gewisser Würmer, z. B. des Leberegels. Anfangs ist sie nicht verschieden von Quallenammen. Sodann aber, Monate

gleich, die neuen Sprößlinge nach außen zu entfalten, geht hier die Proliferation ganz im Geheimsten und Verborgenen vor sich.

Zunächst entstehen, genau wie bei der Eierbildung, kleine Kerne, die Keimbläschen, welche durch Umlagerung mit Protoplasma schließlich zu Keimzellen werden. Die weitere Entwicklung der letzteren und der eigentlichen Eier ist aber eine wesentlich verschiedene. Die Eizelle beginnt sich erst dann zu gestalten, d. h. zum Embryo zu differenziren, wenn sie das gesammte hiezu nöthige Bildungs- und Nährmaterial in sich aufgenommen und den befruchtenden Samen empfangen hat. Anders die Keimzelle. Hier wird mit der Gestaltung des Keimstoffes nicht gewartet bis alles beisammen ist, bis alle Bausteine vereinigt sind, sondern die Formung beginnt schon an der jungen, sozusagen noch unreifen Keimzelle, indem sich ihr Inhalt in mehrere Tochter- oder Embryonalzellen sondert, die unter beständiger Aufnahme aus dem Stoffkapital der Mutter sich vergrößern und neuerdings theilen, so daß zu der Zeit, wo die mit einem gleichen Bildungsmateriale ausgerüstete Eizelle sich erst zu gestalten anfängt, hier der Embryo, das junge Thier oder der Keimling schon fix und fertig in der Mutter liegt.

In der Regel entstehen in jeder Amme sehr viele solcher Keime und so ist es begreiflich, daß von der erstern oft nichts als der leere Balg zurückbleibt. Die Amme verhält sich also hier oft ähnlich wie eine Mutterzelle, die bis auf die Hülle in die Tochterzellen aufgeht. Sowie sich aber in den letztern oft wieder eine zweite Zellengeneration vorfindet, so enthalten auch bisweilen die Keime, noch innerhalb der (Ur-)Amme, schon wieder die Anlagen zu neuen Keimen oder neuen Ammen, wodurch dann, in gewissem Sinne, die alte Einschachtelungstheorie wieder zu Ehren kommt.

Die Vortheile dieser Vermehrungsweise sind selbstredend. Damit die von den Geschlechtsthieren producirten Eier geradewegs wieder zu solchen sich entwickeln können, müssen sie eine relativ bedeutende Aussteuer von der Mutter bekommen, wodurch nothwendig ihre Zahl beschränkt wird. Statt dessen werden hier die Eier nur mit einem Minimum von Bildungsmaterial versehen, gerade hinreichend, um ein selbständiges Wesen der allereinfachsten Art daraus zu machen, das dann das Fehlende sich selbst erwerben muß. Alles dieses geht nun, was beim Geschlechtsthier nimmermehr möglich wäre, auf ihre Brut über. Alles, oft bis aufs letzte brauchbare Atom wird also Zeugungs-, wird Produktionsstoff. Das Leben der Amme ist dabei freilich ein ungemein flüchtiges — aber darauf kommt es eben nicht an, sie ist ja nur Mittel zum Zweck, eigentlich gar nichts anderes als ein sich selbst ernährendes und vergrößerndes Zeugungsorgan.

Der zweite Vortheil ist die Möglichkeit einer die Produktivität steigernden vielseitigeren Ausbeutung der nährenden Umgebung. Ein Thier, z. B. eine Assel, das stets nur einerlei Gestalt besitzt, ist bei seinem Nahrungserwerb ausschließlich auf das Medium beschränkt, wofür es organisirt oder angepaßt ist, und das, was das junge Individuum z. B. genießt, ist ein Raub am Futter der älteren, wodurch deren Produktionsfähigkeit nothwendig vermindert wird.

Anders bei metagenetischen Geschöpfen, wo Amme und Geschlechtsthier an ganz verschiedenen Tafeln schmausen. Die Leberegelamme z. B. beutet, so viel sie vermag, die reichen Nahrungsschätze des Sumpfes aus und stappelt das erworbene Material in ihren Keimlingen, den famosen Cercarien auf. Sobald aber letztere in die Gallengänge ihres Wirthes gelangen, so finden sie abermals Material in Hülle und Fülle, *einerseits* zur eigenen besseren Organisirung, andererseits zur

Produktion der Eier, ohne, mögen sie verzehren, wie viel immer — die Renten ihrer Ammen auch nur im geringsten zu verkürzen.

Untersuchen wir nun, inwieferne die eben von den Quallen und Würmern geschilderten Entwicklungs- und Zeugungsverhältnisse mit jenen der Insekten verwandt sind.

Was vorerst den bloßen individuellen Gestaltwechsel, also die sogenannte Metamorphose betrifft, so tritt diese bekanntlich kaum wo so allgemein und so prägnant wie bei den Insekten zu Tage, und nirgends läßt sich anschaulicher darthun, daß die verschiedenen Formen, unter denen ein Thier während seines ganzen Lebenslaufes nach einander erscheint, in erster Linie bedingt sind durch den Wechsel seiner Existenzbedingungen.

Beistehend (Fig. 89 a) sieht man die erste Lebens- oder Larvenform von Sitaris humeralis, einem bekannten Käfer. Man findet dieses muntere Ding im Frühsommer an den Eingängen zu den oben beschriebenen Gallerieen der Erdbienen auf der Lauer liegen. Bei guter Gelegenheit springt sie den letztern, gleich einem Floh, auf den Rücken und kommt so auf ganz bequeme Art in die verborgensten Zellen, wo sie nichts Eiligeres zu thun hat, als die Eier ihres gefälligen Wirthes zu verspeisen. Der kluge Parasit will aber nicht bloß die Eier, er will auch den in den Zellen aufgespeicherten Honig haben. Hiezu wären ihm aber offenbar die Beine lästig — und siehe da, das schlanke, gliederreiche Wesen verwandelt sich in eine den Maden seines Wirthes auffallend ähnliche Larve (b), die wie ein kleiner Floß im Honig schwimmt, die Stigmen (st) hoch oben am Rücken, wohl damit sie durch den klebrigen Nährstoff nicht verstopft werden.

Aber diese Umwandlung ist nicht die einzige. Zunächst wird, um nur kurz anzudeuten, eine Art Tonnenpuppe (c)

[illegible], aus dieſer entſteht wieder eine den Honig ſich [illegible] Larve (d), welche aber, da der kleine Honigteich [illegible] geworden, die Stigmen tiefer als die erſte haben [illegible] und erſt dann durch [illegible] Larvenform geht, durch das Mittel-

Fig. [illegible].

Verwandlung von Sitaris humeralis. Nach Fabre.

a Erſte, auf die [illegible] mit den Eier freſſende Larvenform.
b Zweite, vom Honig der Zellen lebende Larvenform (Stigmen st ganz [illegible] auf dem Rücken).
c Dritte [illegible] oder Schein-) Puppe.
d Vierte, [illegible] der zweiten gleichende, gleichfalls vom Honig lebende Larvenform (Stigmen st näher dem Bauche).
e Zweite (eigentliche) Puppe.
f Vollkommenes Inſekt.

Stadium einer typiſchen Käferpuppe (e), in das vollendete Inſekt über.

Dem mehrfachen Wechſel der Exiſtenzbedingungen entſpricht hier alſo in der That ein mehrfacher Wechſel der

Organisation: die erste Larve ist zum Springen, die zweite zum Schwimmen im vollen Honigbehälter, die dritte zum Aufzehren der letzten Honigreste angepaßt.

Um aber eine Analogie mit dem Lebenslauf des Leberegels zu erhalten, müßte ja die Sprung- resp. die Honiglarve auch eine eigene Brut erzeugen.

Weshalb dies nicht geschieht, können und wollen wir selbstverständlich nicht ergründen, aber das Eine ist klar, daß speciell in diesem Fall nichts Gescheidtes herauskäme, da ja der Honigvorrath einer Zelle eben nur für Eine Larve, nicht aber für viele ausreicht. —

Ja kommt es denn überhaupt vor, daß Insekten, gleich Würmern und Quallen, im Larvenzustand sich fortpflanzen?

Vor etwas weniger als 20 Jahren würde man Jedem, der so etwas behauptet hätte, ins Gesicht gelacht und ihn für einen Phantasten ausgegeben haben. Heute kennen wir freilich auch erst einen einzigen Fall, der seinerzeit, wie man sich denken mag, kein geringes Aufsehen erregte. Wir fragen aber erstens, ob es wahrscheinlich ist, daß unter den Hunderttausenden von Insekten diese Ausnahme von der Regel nur ein einziges Mal vorkommen soll, und dann, ob uns die folgenden zwanzig Jahre nicht eben so gut eine zweite Entdeckung bringen können, als es die letzten thaten?

Der betreffende Fall ist nun in Kürze der. Wenn der Leser den durchfeuchteten Bast eines alten Baumes zerbröckelt, wird er in der Regel eine Menge kleiner weißlicher, oft ganz durchsichtiger Würmchen darin finden. Dies sind die Maden verschiedener Fliegenarten. Bringt man solche unter das Mikroskop, so mag man gelegentlich wohl sehen, daß in diesen Würmchen wieder kleinere leben, die man bei der großen Aehnlichkeit gewisser Kerfmaden leicht für Sprößlinge der größeren halten könnte. Wir wissen aber, daß diese

Binnenmaden, welche oft den ganzen Leib ihres Trägers erfüllen und darin wie ungezogene Gäste in einer Herberge sich benehmen, von gewissen Schmarotzerkerfen, namentlich von Schlupfwespen herstammen, welche die Eier in Insektenlarven ablegen und die Jungen von ihnen aufammen lassen.

Ein ähnliches Schauspiel, wie wir es da beschrieben, zog im Jahr 1861 die Aufmerksamkeit des berühmten Zoologen N. Wagner in Kasan auf sich. Die Maden, welche es ihm zeigten und von denen eine in Fig. 90 abgebildet ist, hatte er aus dem Bast einer alten Ulme bekommen. Was ihn aber gar bald in große Aufregung versetzte, war einmal die Beobachtung, daß die Binnenmaden bis auf das kleinste Detail, namentlich aber hinsichtlich der ganz originellen Mund- und Augenbildung ihren Trägern glichen, so daß an ihrer Identität absolut nicht länger zu zweifeln war. Ausschlaggebend war aber vor Allem die Thatsache, daß diese Binnen-, oder Tochterlarven wollen wir sie jetzt heißen, nicht von außen hineinkamen, sondern innerlich aus keimähnlichen Zellen der Mutterlarve sich bildeten, und sobald sie den leeren Balg der letzteren verlassen hatten, gleich den Keimschläuchen der Saugwürmer auch ihrerseits wieder eine ähnliche Binnenbrut erzeugten.

Fig. 90.
Larve einer Gallmücke (Miastor spec?) mit Tochterlarven (tl) erfüllt. an Auge, f Fettkörper, k Keimzellen.

Fig. 91.
Puppe einer Federbuschmücke (Chironomus). gö die beiden Geschlechtsöffnungen, aus welchem die in einem Gallertstrang eingebetteten Eier hervorkommen. Nach O. Grimm.

Dank der eifrigen Jagd, die nun, von verschiedenen Forschern, auf diese Wunderlarven gemacht wurde, entdeckte bald darauf Meinert dieselben Maden gleichfalls in einer Buche, Pagenstecher in gekochten Runkelrüben und Ganin in feuchtem Kehricht, aus welchen Fundangaben allein schon zu entnehmen ist, daß es höchst wahrscheinlich mehrere aber sehr nahe verwandte Arten von diesen Kerfen gibt.

Durch die Bemühungen Meinert's, Leukart's und Mecnikow's wurde nun allgemach auch der ganze wunderliche Lebenslauf derselben enthüllt und endgiltig festgesetzt. Die gewissen Larven gehören einer der vielen Gallmücken und zwar Eine Gattung wenigstens der neucreirten Species Miastor metraloas an. Die befruchtete weibliche Fliege legt sehr wenige, aber große Eier meist in die Rinde mulmiger Bäume, die sich dann nach der gewöhnlichen Regel entwickeln, nur daß hier die keimstockartigen Fortpflanzungsorgane sehr frühzeitig vorgebildet werden. Einzelne Follikel oder Fächer derselben trennen sich bald los, fallen in die Leibeshöhle und in jedem entsteht nun ein Keim, der von einem gewöhnlichen Kerfe sich vornehmlich schon dadurch unterscheidet, daß er, unter fortdauernder Zunahme an Material, welches hauptsächlich aus dem massigen Fettkörper stammt, schon frühzeitig sich zu formen beginnt. Nach der Sprengung der Keimhüllen bleiben die Larven noch einige Zeit im Schooße der Mutter, mästen und vergrößern sich auf Kosten ihrer Eingeweide, und verlassen erst den ausgeweideten Balg, nachdem sie sich früher gehäutet haben. Ganz auf dieselbe Art entwickeln sich nun rasch hinter einander mehrere Madenbruten, und der Abschluß des ganzen Generationskreises oder der Uebergang zum geschlechtsreifen Insekt findet erst, aber unter noch unaufgeklärten Verhältnissen, im folgenden Sommer statt.

Wesentlich anders verhält es sich mit dem viel verni
Generationswechsel der Blatt- und Rindenläuse, u
Wertzinge gewahr werden, die bald so, bald so au
werden, die uns aber, beim rechten Licht besehen, u
unzweideutigen Beweis geben, daß die scharfe Disti
zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Zeugun
Kopfe der Zoologen, nicht aber im Haushalt der
existirt.

Fig. 92. Schildlaus (Coccus spec.).
flügeltes ♂. A ♀, gleich Beeren an den Nadeln sitzend. C La
Länge, an Fühler, s Rüssel, b_1—b_3 Beine), stark vergr. a ♂
nat. Gr.

B
(a=

Betreffs der echten Blattläuse ist zu allererst
en, daß ihre Weibchen, so gut wie bei vielen
sta ten (Wanzen, Heuschrecken u. s. w.), bald geflüge
In flügelt sind. Daraus folgt, daß eine Blattla
ung Flügel hat, nicht nothwendig wegen dem Mang
kein e allein für eine Larve gehalten werden darf,
Org wie das Weibchen einer Schildlaus (Fig. 92
etwa lechtsreifen Zustand in vieler Hinsicht sogar
im er als im Stadium der Larve (C) ist.
kom

Die echten Blattlausweibchen, sowie die zugehörigen und fast stets geflügelten Männchen trifft man in der Regel und unter den Verhältnissen, wie sie die freie Natur in unseren Gegenden darbietet, nur im Herbste an. Sie begatten sich und erstere legen dann auf die künftige Futterpflanze die ziemlich hartschaligen Eier ab, welche sich im nächsten Frühjahr in der gewöhnlichen Weise entwickeln.

Als Curiosum führen wir hier an, daß nach Balbiani die herbstlichen Geschlechtsthiere von Phylloxera quercus und Andere weder Rüssel noch Darm besitzen, also beim Mangel der Selbsterhaltungsorgane, wenigstens im vollendeten Zustand, ganz ausschließliche Arterhaltungswesen sind.

Daneben gibt es wieder Individuen, wie z. B. die ganz abenteuerliche Form in Fig. 93 C, die keinerlei Zeugungsorgane besitzen und die somit nicht bloß als geschlechtslose, sondern geradezu als sterile Formen zu bezeichnen sind.

Kehren wir jetzt zu den befruchteten Herbsteiern zurück. Nach der Regel sollte man erwarten, daß aus ihnen wieder den Eltern gleichende Geschlechtsthiere, also sowohl Männchen als Weibchen hervorgingen. Erstere fehlen aber bis zum Herbste ganz und gar, und die neuen Blattläuse, die man für die letzteren halten möchte, unterscheiden sich von den echten Weibchen gleichfalls sehr wesentlich. Waren die Herbstweibchen geflügelt, so sind die Frühlingsläuse meist ungeflügelt, oder es kommt der umgekehrte Fall vor, der dann auf das handgreiflichste beweist, daß die erwachsenen Frühlingsblattläuse nimmermehr, wie dies vielfach geschieht, als Larven bezeichnet werden dürfen.

Ein anderer auch für den Uneingeweihten auffälliger Unterschied liegt darin, daß die Herbstweibchen Eier legen, während die Frühjahrsläuse gegen alles gewöhnliche Herkommen ausgebildete Junge gebären. Der Akt ist interessant genug und kann im Sommer zu jeder beliebigen Zeit beobachtet werden.

wenn man sich eine mit Blattläusen infrachirte Pflanze auf das Zimmer bringt. Da sehen wir Thiere in allen Größen und Altersklassen (Fig. 95 A), große, dickleibige, die sich mit guten Gründen nur äußerst langsam bewegen, und kleinere, die unruhig auf den saftigsten Leibern der andern herumspazieren.

Fixiren wir mit einer Lupe längere Zeit eine der ersten, so sehen wir auf einmal aus ihrem Hintertheil ein zierliches, anfangs etwas blasses Würstchen hervorkommen (Fig. 95 A), das

Fig. 95. Blattläuse.
B geflügelte Männchen. A ungeflügelte Weibchen. C die gewöhnlich ungeflügelte aber trotzdem von Aphis mainie (Periphyllus testudo Van d. H.), vergr.

mit seinen Beinchen alsbald Pesto faßt und durch herzhaftes Rasirmessern und Ziehen die Entbindung erleichtert. Haben wir ein Weilchen Geduld, so bemerken wir auch, daß sich, in kurzen Pausen, derselbe Akt mehrmals wiederholt, und in der Zeit einer Stunde kann man bei einem und demselben Individuum wenigstens ein Dutzend solcher Geburten erleben, wobei die Wöchnerin in der Regel mehrmals ihren Ort wechselt.

Diese Erscheinung des Lebendiggebärens allein ist es indeß nicht, was die Frühjahrsblattläuse so besonders erst-

zeichnet. Aehnliches zeigen uns nämlich auch andere Kerfe, z. B. die Fleischfliege, eine Schabe (Tinea vivipara), manche Schildläuse, sowie auch etliche Käfer, und erlauben wir uns, zu besserer Veranschaulichung der Sache, in beistehender Figur 94 ein solches mit Larven schwanger gehendes Insekt vorzustellen.

In den letztgenannten Fällen klärt sich das Lebendiggebären damit auf, daß die Eier, nachdem sie ihre Bildungsstätte in den Ovarialfollikeln verlassen haben, längere Zeit

Fig. 94.
Lebendig gebärender Käfer (Spiraetha Eurymedusa) aus einem brasilianischen Termitenbau. 1/10''' (!).

als sonst in den Eileitern verweilen und dort, nach erfolgter Befruchtung, ihre erste Entwicklung durchmachen, was unter Umständen für die Erhaltung der Brut von naheliegendem Vortheil ist.

Unter besonderen Verhältnissen, z. B. wenn sich in eigene Behälter der Geschlechtsgänge reichliche Drüsensecrete ergießen, die von den Larven als Nahrung aufgenommen werden, können letztere noch länger im Schooße der Mutter bleiben, ja sogar, wie bei den Laus- und Schaffliegen, innerhalb desselben sich in Puppen verwandeln.

Bei den Blattläusen ist aber die Ursache des Lebendiggebärens ganz eine andere. Ihre Jungen entwickeln sich weder aus befruchteten, noch überhaupt aus vollständigen, aus echten Eiern, sondern sie gehen aus Anlagen hervor, die in mancher Hinsicht mehr den Keimen der Saugwürmer und der Miastor-Larven entsprechen.

Fig. 95.
A mit Blattläusen besetzter Hollunderzweig; B Blattlaus, von der Seite aufgeschnitten, um den Darm d und den vielröhrigen Keimstock k zu zeigen; C einzelnes Keimrohr, oben mit den Keimzellen, unten mit Embryonen.

Fig. 95 B zeigt eine Blattlaus von der Bauchseite mit herauspräparirtem Darm und Zeugungsorgan. Letzteres, nach hinten umgelegt, besteht wie ein Eierstock aus zahlreichen, gegen das Ende sich verjüngenden Schläuchen mit perlschnurartig angeordneten Drüsenkammern. Bei einem echten Ovarialfollikel liegen oben die Anlagen der Eier, die Keimzellen und unten in den letzten Fächern die vollendeten Ova. Hier dagegen haben wir eigentliche Eier gar nirgends,

sondern oben nur Keimzellen, und unten die schrittweise aus denselben hervorgehenden Embryonen.

Demgemäß sind wir berechtigt, die zeugenden Frühjahrsblattläuse als ungeschlechtliche Wesen, und zwar als „gemmipare" Ammen zu bezeichnen.

Wenn sich der Leser die Mühe nimmt, einen unehelichen Sprößling der ersten Frühjahrsgeneration sofort nach seiner Geburt von den übrigen abzusondern und auf eine eigene Pflanze zu übertragen, die er, um etwaige Männchen fern zu halten, mit einer Glasglocke bedecken mag, so erlebt er meist schon in wenigen Tagen die Freude, daß sein Pflegekind nach mehreren Häutungen auf die gleiche Weise Mutter wird, und wenn er dieses Isolirverfahren fortsetzt, kann er dasselbe Schauspiel in Einem Sommer noch einigemale erleben.

Mit andern Worten: der zweigeschlechtlichen und Eier producirenden Herbstgeneration folgt eine ganze Reihe ungeschlechtlicher, lebendig gebärender und zwar gemmiparer Sommergenerationen.

Ja welches, fragen wir nun, ist denn die genaue Zahl dieser ungeschlechtlichen Bruten; denn die Wechselfolge zwischen beiderlei Generationen wird doch genau festgesetzt sein?

Das ist sie nun aber ganz und gar nicht. Allein gerade die scheinbare Willkür und Unregelmäßigkeit, die sich da offenbart, bildet eins der hervorragendsten Argumente der Anpassungslehre.

Unter gleichbleibenden Umständen, so sagt man, müßten auch gewisse Lebens- und insbesondere also auch die Fortpflanzungsverhältnisse der Thiere dieselben bleiben. In der freien Natur dürfen wir aber selbstverständlich eine solche Constanz des organischen Seins nicht erwarten, denn hier sind ja die maßgebenden Umstände einem unausgesetzten Wechsel unterworfen. Wie wär' es aber, wenn wir, soweit

wir diese Umstände beherrschen können, für unsere Versuchsthiere eine möglichst constante, unveränderliche Welt schaffen?

Dann müßte offenbar der schroffe Wechsel in ihrer Fortpflanzungsart aufhören und, wo nicht auf einmal so doch allmälig, ein einheitlicher Zustand sich herausbilden.

Und so ist es auch, ja die Macht der äußern Umstände zeigt sich hier so stark, daß es völlig in unserer Gewalt zu liegen scheint, die intermittirende Ammenzeugung in eine continuirliche zu verwandeln. Dies schließen wir wenigstens aus Kyber's Versuchen, der eine künstliche Zucht einer Nelkenblattlaus hielt, welche durch volle fünf Jahre, d. i. durch volle 50 Generationen auf die gleiche ungeschlechtliche Art sich vermehrte.

So gut wie oben bei den Weißmann'schen Experimenten über den Saison-Dimorphismus müßte man selbstverständlich auch bei den Blattläusen das entgegengesetzte Experiment machen; denn ihr Generationswechsel ist ja eigentlich nichts anderes als ein Saison-Dimorphismus, als eine mit dem Klima und den Ernährungsverhältnissen periodisch auftretende Anpassungserscheinung.

Wenn im Herbst, bei zunehmender Kälte, die Futterpflanzen absterben, wenn der früher unerschöpfliche Säftehorn versiegt, den unsere Läuse mit Hilfe ihres Rüssels ihren zahlreichen Keimen zuleiten, dann muß auch deren Entwicklung zum Stillstand kommen und nun werden die noch übrigen Säfte zur Bildung einiger Eier verwendet, die, umkapselt von einer derben Schale und meist noch in Kissen von Flaum eingebettet, leichter als die zarten Sprößlinge den Winter überdauern.

Oben wurde gesagt, und man kann sich durch die Musterung des nächstbesten Holler- oder Rosenstrauches davon überzeugen, daß die Blattlausammen häufig flügellos sind. Ist dies nicht ein entschiedener Mangel ihrer Organisation? Man

möchte meinen, wenn man nicht bedächte, daß die Blattläuse eben Parasiten sind, die gerade durch ihre Flügellosigkeit der Gefahr entzogen werden, durch jeden Luftstoß von ihrem Nähr- und Standort gegen ihren Willen losgerissen und in alle Winde verstreut zu werden.

Sowie es aber auf der einen Seite wirklich gut ist, daß unsere Kerschen an ihrer Futterpflanze ungestört dem „stillen Suff" und dem löblichen Geschäft der Vermehrung sich weihen können, so ist es auf der andern, soll ihr berühmtes Geschlecht auch die gehörige Verbreitung finden, nothwendig, daß, wenn mit der rapid sich steigernden Kopfzahl der ursprüngliche Kostplatz zu klein wird, für die Absendung von Colonien gesorgt wird.

Wie nun, ist es wohl erlaubt zu fragen, wird sich die Natur aus dieser Verlegenheit helfen? Auf die einfachste Art von der Welt. Von Zeit zu Zeit werden nämlich neben den ungeflügelten Ammen, welche zur Unterhaltung der Muttercolonie bestimmt sind, auch geflügelte erzeugt, die dann mit ihren Schwingen durch die Lüfte segeln und eine neue Niederlassung gründen.

Wann und bei welchen Arten die geflügelten zuerst sich einstellen, ob und in welcher Reihenfolge sie mit den ungeflügelten abwechseln und inwieweit ferner durch künstliche Zucht, wie wohl zu erwarten, auch diese Verhältnisse modificirbar sind, auf die meisten dieser Fragen sind uns die Aphilogen noch die Antwort schuldig, und der glückliche Eigenthümer eines Gartens, der sich bislang nur mit der Vertilgung dieses Ungeziefers abgegeben hat, wird durch das Gesagte vielleicht Lust bekommen, dasselbe, im Interesse der bedeutsamsten Fragen der Wissenschaft, künftig selbst zu hegen und zu pflegen.

Im Sommer sieht man häufig das Laub der Ulmen, des Haselstrauches, der Erle u. s. w. mit den mannigfaltigsten

und oft im schönsten Roth prangenden Geschwülsten (Fig. 9
bedeckt. Bricht man sie auf, so erweisen sie sich als die Nest
winziger blattlausartiger Kerfe. Dies sind die sog. Laubgalle
läuse, deren Zahl, da oft schon ein einziges Blatt ein Dutzen
der erwähnten Wucherungen an sich trägt, eine über alle Begrif
enorme sein muß.

Fig. 96.
Zur Naturgeschichte der Ulmenblattlaus.
a, b, c verschiedene Formen theils geschlossener, theils schon aufgesprungener gall
artiger Auswüchse, d ein geflügeltes ausgewachsenes, e ein junges Thier, nat. G

Wohl davon zu unterscheiden sind die echten Rinden
läuse, die verschiedenen Chermes-Arten, wovon die auf de
Fichte lebende Species, die Ch. coccineus, relativ noch a
besten bekannt ist.

Eine beiläufige Vorstellung davon mag zunächst Fig. 97 A
auf folgender Abbildung geben. G stellt sie vergrößert al

ihren ganz charakteristischen, aber in der Zeichnung etwas zu kurz gerathenen Flügeln dar. Ferner zeigt D eine Larve über und über mit krausen silberweißen Fäden bedeckt, dem erstarrten Wachssecret reihenweise über dem Rücken vertheilter Drüsen, die ihnen ein flaumiges, wie bereiftes Aussehen verleihen. Bezeichnend ist noch, daß die

Fig. 97.
Zur Naturgeschichte der Fichtenrindenlaus (Chermes coccineus L.).

A Fichtenzweig mit den geflügelten Läusen (♂) in nat. Gr. a Eierballen, b Scheinzapfen.
B Eiergehänge an einer Nadel, vergr.
C Durch die verdickten und ausgehöhlten Wurzeltheile der Nadeln gebildete Kammern.
D Larve, vergrößert, mit ihren wollartigen Ausschwitzungen.
E Puppe, von der Seite.
G Geflügeltes Weibchen, vergr.
F Hinterleib der „kleinen" (Juni-) Weibchen mit dem fünfröhrigen Eierstock und der aus zwei Blättern bestehenden zweigliedrigen Legeröhre, vergr.

Chermes-Larven die abgestreiften und oft noch mit einem Harztropfen versehenen Bälge mit sich herumschleppen, wodurch auch ehemals die Meinung entstand, daß sie lebendige Junge erzeugten. E präsentirt endlich eine Puppe, deren Hinterflügelscheiden (hf) den vordern (vf) vorauseilen.

Auffallender wie die Kerfe selbst sind die von ihnen erzeugten Mißbildungen an den jungen Tannentrieben. Durch

den Anstich ihres feinen Rüssels am Grunde der Nadeln schwellen diese schuppenartig an, und so wandelt sich der Trieb in ein Gebilde (A b) um, das der Laie auf den ersten Blick für einen Fruchtzapfen halten würde. Diese Scheinzapfen glühen häufig im schönsten Mennigroth und man glaubt dann, eine reife Erdbeer- oder, wenn sie größer, eine Ananasfrucht vor sich zu haben.

Was nun die Fortpflanzung dieser Parasiten anlangt, so ist sie, wie schon aus der verborgenen Lebensweise zu schließen, noch weniger als die der echten Blattläuse erforscht. Auf alle Fälle scheint ein Wechsel heterogener Generationen (Heterogenie), sowie das Eine constatirt, daß ausschließlich nur Eiproduktion vorkommt und daß die betreffenden Zeugungswesen, wie schon die Gegenwart der Samentasche anzeigt, wahre Weibchen sind. Die zweigeschlechtliche Vermehrung soll bereits im Juni geschehen; das Fatale ist aber, daß die kleineren geflügelten Wesen, die Ratzeburg für die Männchen hielt, nur als zwerghafte und zum Theil mit verkümmerten Ovarien versehene Weiblein sich darstellen, und hat sich speciell die angebliche Ruthe nach unseren und Leukart's Untersuchungen als eine wahrhaftige zweigliedrige Legeröhre (F, L) herausgestellt. Soweit wir die äußerst verwickelt und auch sehr abweichend angegebenen Daten verstehen, ist das männliche Personal, strenge genommen, noch gar nicht bekannt.

Die allem Vermuthen nach parthenogenetisch sich entwickelnden Sommereier, meist (B) büschelweise an Nadeln aufgehängt oder auch vom vertrocknenden Leib der Mutter beschützt, geben dann im Frühjahr eine flügellose Generation aus entschieden parthenogenetisirenden Müttern, welche gruppenweise in besonderen Kammern der Zapfen beisammen leben (C).

Wir halten es für eitle Wortkrämerei, darüber zu disputiren, ob in Anbetracht der bei den Rindenläusen bestehenden Verhältnisse nicht doch vielleicht auch die Ammen

der ihnen so nahe verwandten echten Aphiden nur parthenogenetisirende Weibchen sind, bleiben vielmehr bei unserem früheren Ausspruch, daß eine Fortpflanzungsart unmerklich in die andere übergeht.

Ein ganz für sich zu betrachtender Fall ist aber jedenfalls der von O. Grimm bei Chironomus constatirte, die ihre in Gallertschnüren eingebetteten Eier gelegentlich schon als Puppe (Fig. 91) von sich gibt.

Hier sind Imago- und Puppeneier jedenfalls ein und dasselbe, und wenn z. B. die Miastor-Larve gleichfalls wirkliche Eier producirte, so könnte man ebenfalls, anstatt echte Keimbildung anzunehmen, auf eine von gleichzeitiger Parthenogenesis begleitete Frühzeugung oder Pädogenesis schließen.

VIII. Kapitel.

Die Insekten als Naturmacht.

Das ist die große freiheitliche Idee der Gegenwart, daß sie außer und über der Natur keine Gewalt und überhaupt kein Sein anerkennt, daß sie alles Existirende, alles physisch und psychisch Erscheinende aus den in der Natur thätigen Ursachen zu erklären sucht, und das Einzelne nicht als etwas für die Erhaltung und die Harmonie des Ganzen Nothwendiges erschaffen, sondern Alles insgesammt als Resultat des Zusammenwirkens der einzelnen Naturkräfte hervorgebracht sein läßt.

In dem Sinne haben wir uns auch betreffs der organischen Wesen und speciell der Insekten zu erklären. Die Kerfe sind nicht das Werk *eines besonderen* Schöpfungsactes, sondern

wie alles Uebrige, das willen- und absichtslose Erzeugniß der Natur. Durch letztere entstanden sie, und zwar eben zu einer Zeit, wo die Grundbedingungen zu ihrer Existenz gegeben waren, in ihr existiren sie, mit ihr verändern sie sich und werden endlich wieder verschwinden, wie viele andere große Thierklassen auch schon verschwunden sind, sobald die für ihren Bestand unerläßlichen Bedingungen andere geworden.

Je mehr sich aber die Natur in ihren Werken vermannigfaltigt, desto mannigfaltiger, desto vielseitiger wird auch die Kerfwelt sich gestalten.

Und welche wundervolle Harmonie, welcher seltene Einklang besteht hier nicht zwischen dem Verursachenden und dem Verursachten, zwischen dem Bewirkenden und dem Bewirkten, und dies Alles ohne alle Vorausbestimmung, ohne alle Berechnung, rein nur durch den Kampf der Elemente, durch den Zwang der Umstände, durch das allgewaltige Princip der Elimination, das alles Unharmonische, alles Nichtzusammengehörige und Zusammenfügbare, kaum hervorgebracht, auch wieder beseitigt und so alle mit einander nicht zu vereinbarenden Gegensätze abstumpft und ein immer engeres und schöneres Wechselverhältniß zwischen allem Bestehenden hervorbringt.

Wie vollkommen aber die Natur gerade die Insekten den ihnen gebotenen Bedingungen anpaßt, wie sehr sie Alles in und an ihnen, ihre Gesammterscheinung sowohl als ihre Lebensverrichtungen, ganz nach sich richtet und in die innigste und glücklichste Verbindung mit ihrer Umgebung zu bringen weiß, davon sind dem Leser, denken wir, der Beispiele schon genug gegeben worden.

Doch nicht darum handelt es sich jetzt.

Alle Naturdinge, wurde gesagt, stehen in einer beständigen und unzertrennlichen Wechselbeziehung zu einander: das

Unorganische zum Organischen, das Lebendige zum Nichtlebendigen, die Pflanze zum Thier, das Thier zur Pflanze, und so wie Alles auf Eines wirkt, so wirkt auch das Eine wieder auf Jedes zurück, und es gibt demnach nichts nur für sich Seiendes, sondern nur Ein großes Ganzes, das jedoch unserm beschränkten Sinn und Geiste nur selten als solches zu erscheinen pflegt.

Dies ist auch mit dem Insekt der Fall, d. h. es ist nicht allein das Insekt in all' der Vielseitigkeit seines Baues und seines Lebens nichts anderes als ein Werk, ein Erzeugniß der Natur; die Natur ist zum Theil selbst wieder ein Werk der Insekten.

Und man darf es ohne Zögern sagen: Unter allen von animalischen Wesen ausgehenden und ausgeübten Wirkungen gibt es keine verbreiteteren, keine vielseitigeren, keine in alle Verhältnisse des terrestrischen Lebens tiefer eingreifenden, als die der Insekten.

Man denke vorerst nur an Zweierlei. Einmal daran, daß die Kerfe, so klein sie einzeln sind, in ihrer Gesammtheit eine ganz kolossale Masse bilden, eine Masse, von der wir uns nur dann eine annähernd richtige Vorstellung machen können, wenn wir überlegen, daß es allüberall Kerfe gibt und zwar nicht bloß einige wenige und zerstreute, sondern eine so unendliche Anzahl, daß sie gewissermaßen ein besonderes Medium, eine Welt für sich ausmachen.

Dann ist aber, um die Macht der Insekten recht zu würdigen, noch zu bedenken, daß jeder Theil dieser ungeheuren Masse ein Lebendiges ist, und zwar kein Lebendiges schlechthin, sondern das thätigste, das wirkungsvollste von allem Belebten, was wir kennen.

Welche schwierige Aufgabe ist es nun aber, den Einfluß der Insekten nach allen Richtungen und Consequenzen zu verfolgen, und aus den unzähligen Einzelwirkungen eine

Gesammtleistung auch nur annähernd und vergleichsweise mit andern Naturgewalten zu berechnen und abzuschätzen! Der Gegenstand ist ein unbegrenzter, einer, mit dem wir in aller Zukunft niemals zu Ende kommen werden, aber auch eben wegen seiner Vielseitigkeit, wegen des Einblickes, den er uns in die Werkstatt der Natur gestattet, ein so interessanter, daß man auch niemals aufhören wird, ihm zu pflegen, ihm neue Gesichtspunkte, neue Probleme und Enthüllungen abzulauschen.

Uns jedoch ist, bei der Knappheit des Raumes, nichts anderes zu thun verstattet, als an einzelnen Beispielen die Sache zu veranschaulichen.

Wir betrachten zunächst die durch die Insekten verursachte Veränderung der Natur im Allgemeinen, worauf wir dann deren Einfluß auf die Existenz und die Umbildung des Einzelnen und insbesondere des Menschen und der menschlichen Kultur ins Auge fassen.

Veränderung der Natur im Allgemeinen.

A. Veränderung der anorganischen Natur oder der Bodenverhältnisse.

Gleich den Einwirkungen der sog. Elementarkräfte auf den Bestand des Naturganzen sind auch jene der Insekten in Bezug auf ihre Intensität von zweierlei Art. Es sind entweder spontane, plötzliche, mit phänomenaler Gewalt auftretende oder ganz allmälige, langsame, aber stetig fortarbeitende.

Die Wirksamkeit der Insekten ist meist von der letzteren Art und gilt dies namentlich auch betreffs ihres Einflusses auf die Umgestaltung der Bodenverhältnisse. Sowie die austrocknende Thätigkeit der Sonne, die ihr folgende Staubverwehung durch die strömende Luft, die nagende, reibende und lösende Gewalt des atmosphärischen Wassers, die Riffe-

ildung in den Gesteinen durch den Wechsel der Temperatur . s. w. meist nur im Laufe längerer Zeiträume eine bedeutende kale Umgestaltung hervorrufen, während ihre momentane hätigkeit oft kaum eine Spur hinterläßt, genau so verhält sich mit der Pionierarbeit der Kerfe.

Milliarden von Insekten, ausgebildete und Larven, durchühlen zwar unabläßig den Humus, und oft bis zu einer ir beträchtlichen Tiefe, bis hinab zu den letzten Wurzelsläufern, welche die Pflanzen in den Boden senken; enige nehmen aber Notiz von dieser ihrer Thätigkeit, enige geben sich Rechenschaft von der ungeheuren Tragite derselben für die schichtweise Lockerung, Auflösung und dliche Zerstörung der Erdoberfläche. Sie bedenken nicht, ß unzählige Ladungen, daß täglich und stündlich, wenn n sie zusammenrechnet, ganze Hügel, ja Berge von Erdich aus der Tiefe heraufgeschafft und dem nivellirenden viel der Winde und des Wassers preisgegeben werden. ie vergessen, daß unsere kleinen Mineure unzählige Adern d Gänge eröffnen, daß sie, einem vielzähnigen Pfluge rgleichbar, die Erde durchackern und so das große, stetige erk der Zerstörung vorbereiten, indem sie dem Wasser rch den durchlöcherten Boden den Weg in die Tiefe hnen.

Freilich sind es vielfach nur capillare Räume, welche e Kerfe schaffen, und in der Regel hindert uns eine dichte flanzendecke, die Wirkungen ihrer Thätigkeit zu schauen. Es bt aber stellenweise auch solche, die selbst das flüchtigste uge schon von weitem fesseln.

Dabei ist es gar nicht nöthig, daß wir in fremde Länder n den Werken der Termiten reisen, die übrigens nicht bloß ls Zerstörer, sondern, den Korallen ähnlich, auch als Erbauer nter allen Kerfen das Höchste leisten. Hier in unserer ächsten Nähe, an den *Erdgehängen* des Pruththales, bieten

Gesammtleistung auch nur annähernd und vergleichsweise mit andern Naturgewalten zu berechnen und abzuschätzen! Der Gegenstand ist ein unbegrenzter, einer, mit dem wir in aller Zukunft niemals zu Ende kommen werden, aber auch eben wegen seiner Vielseitigkeit, wegen des Einblickes, den er uns in die Werkstatt der Natur gestattet, ein so interessanter, daß man auch niemals aufhören wird, ihn zu pflegen, ihm neue Gesichtspunkte, neue Probleme und Enthüllungen abzulauschen.

Uns jedoch ist, bei der Knappheit des Raumes, nichts anderes zu thun verstattet, als an einzelnen Beispielen die Sache zu veranschaulichen.

Wir betrachten zunächst die durch die Insekten verursachte Veränderung der Natur im Allgemeinen, worauf wir dann deren Einfluß auf die Existenz und die Umbildung des Einzelnen und insbesondere des Menschen und der menschlichen Kultur ins Auge fassen.

Veränderung der Natur im Allgemeinen.

A. Veränderung der anorganischen Natur oder der Bodenverhältnisse.

Gleich den Einwirkungen der sog. Elementarkräfte auf den Bestand des Naturganzen sind auch jene der Insekten in Bezug auf ihre Intensität von zweierlei Art. Es sind entweder spontane, plötzliche, mit phänomenaler Gewalt auftretende oder ganz allmälige, langsame, aber stetig fortarbeitende.

Die Wirksamkeit der Insekten ist meist von der letzteren Art und gilt dies namentlich auch betreffs ihres Einflusses auf die Umgestaltung der Bodenverhältnisse. Sowie die austrocknende Thätigkeit der Sonne, die ihr folgende Staubverwehung durch die strömende Luft, die nagende, reibende und lösende Gewalt des atmosphärischen Wassers, die Risse-

bildung in den Gesteinen durch den Wechsel der Temperatur u. s. w. meist nur im Laufe längerer Zeiträume eine bedeutende lokale Umgestaltung hervorrufen, während ihre momentane Thätigkeit oft kaum eine Spur hinterläßt, genau so verhält es sich mit der Pionierarbeit der Kerfe.

Milliarden von Insekten, ausgebildete und Larven, durchwühlen zwar unabläßig den Humus, und oft bis zu einer sehr beträchtlichen Tiefe, bis hinab zu den letzten Wurzelausläufern, welche die Pflanzen in den Boden senken; Wenige nehmen aber Notiz von dieser ihrer Thätigkeit, Wenige geben sich Rechenschaft von der ungeheuren Tragweite derselben für die schichtweise Lockerung, Auflösung und endliche Zerstörung der Erdoberfläche. Sie bedenken nicht, daß unzählige Ladungen, daß täglich und stündlich, wenn man sie zusammenrechnet, ganze Hügel, ja Berge von Erdreich aus der Tiefe heraufgeschafft und dem nivellirenden Spiel der Winde und des Wassers preisgegeben werden. Sie vergessen, daß unsere kleinen Mineure unzählige Adern und Gänge eröffnen, daß sie, einem vielzähnigen Pfluge vergleichbar, die Erde durchackern und so das große, stetige Werk der Zerstörung vorbereiten, indem sie dem Wasser durch den durchlöcherten Boden den Weg in die Tiefe bahnen.

Freilich sind es vielfach nur capillare Räume, welche die Kerfe schaffen, und in der Regel hindert uns eine dichte Pflanzendecke, die Wirkungen ihrer Thätigkeit zu schauen. Es gibt aber stellenweise auch solche, die selbst das flüchtigste Auge schon von weitem fesseln.

Dabei ist es gar nicht nöthig, daß wir in fremde Länder zu den Werken der Termiten reisen, die übrigens nicht bloß als Zerstörer, sondern, den Korallen ähnlich, auch als Erbauer unter allen Kerfen das Höchste leisten. Hier in unserer nächsten Nähe, an den Erdgehängen des Pruththales, bieten

[illegible] und [illegible] Materie in Humus [illegible] und einer [illegible] Masse [illegible].

Jene Organismen [illegible] hauptsächlich die Ameisen und Termiten, [illegible] und eifrigsten Agenten des [illegible].

Man hat Beispiele, wo diese Tiere in wenigen Wochen [illegible] und ganze Städte und [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Und dies ist [illegible] zu [illegible], wenn man sieht, mit welcher [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Auch [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] zu Leibe [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], daß die [illegible] der Thiere zu den [illegible] Handgriffen der Industrie gehören.

Wir gehen [illegible] auch alle die [illegible], wenn auch zum Theil [illegible] [illegible], die Scarabaeus, Copris, [illegible], [illegible], die Kurzflügler und dann das unendliche Heer der Fliegen, welche den Dung, kaum gefüllt, mit den [illegible] [illegible], die sich darin [illegible], ihn durchfressen, [illegible] und [illegible]. Ein einziger Kuhfladen ist ja ein [illegible].

Nicht weniger [illegible] und [illegible] sind die um unsere Nase nicht allein, sondern auch um unsere Gesundheit hochverdienten Kostvertilger. Interessant ist dabei die strenge Arbeitstheilung.

Kommt irgendwo ein Thier, so eilen zunächst hauptsächlich die Fliegen herbei, welche seinen Balg durchbohren.

Hierauf kommen die Fleisch- und andere Fliegen und belegen das Aas mit Millionen von Maden, was leicht erklärlich, da eine einzige derselben oft gegen 20,000 [illegible] [illegible].

Kräfte der Zerstörung und Auflösung, welche von ihnen ausgehen, sind allerdings bei weitem nicht so allgemeiner Art, wie die der andern Kräfte; dafür ist aber ihr Wirken, als ein von belebten Zerstörungsmaschinen hervorgebrachtes, ein viel energischeres, unmittelbareres und daher auch rascheres. Die Kerfe analysiren oder atomisiren nicht; sie wählen das kürzeste Verfahren: sie zertrümmern, zerschneiden, zerbohren und zerbeißen, und auch die Neuconstituirung der vertilgten Substanzen geht nicht, wie bei den Pflanzen, den langwierigen Weg der Zusammensetzung, der Synthese — indem sie die todten, proteingebenden organischen Stoffe in sich aufnehmen, verwandeln sie sie auch gleich wieder in lebendiges Protoplasma, in Fleisch und Blut, in Samen und Eier, und so geht, oft in überraschend kurzer Frist, aus Aas und Moder, das regste und bunteste Leben hervor.

Betrachten wir zunächst die Wegschaffung der vegetabilischen Substanzen.

Das Meiste wird hier von den Larven geleistet. Im Mulm alter Bäume sind es besonders Dipteren- und namentlich Schnackenmaden, sowie zahlreiche Käferlarven, z. B. von Cetonia, während das faulende Kraut- und Laubwerk am meisten von Kurzflüglern, Sphäriden u. dgl. Käfern gefressen wird.

Die Säuberung des vegetabilischen Reiches und namentlich die Reinigung des Waldes zeigt sich nirgends großartiger als in den Tropen. Sobald ein Baum umfällt, stürzen unzählige Schaaren verschiedener Kerfe über ihn her. Die einen entblößen die Rinde und legen das Holz bloß, andere durchlöchern das letztere selbst. Nun dringt das Wasser ein, und dies, mit Hilfe der Hitze, beschleunigt die Auflösung. Bald schießen dann üppige Pilze allerorten hervor, die das Werk der Zerstörung fortsetzen, und so wird, durch das Zuthun der Kerfe, binnen weniger Monate eine gewaltige Masse der

Pflanzenwelt erhielt, so wird man bald gewahr, daß kaum einer dieser Gesellschafte vollkommen unversehrt ist, die meisten dagegen mehr oder weniger von Kerfen beschädigt sind, und sind es namentlich die Blüten, welche von ihnen oft in der ärgsten Weise zugerichtet erscheinen.

Allein dies gibt uns von der pflanzenzerstörenden Thätigkeit der Kerfe nur einen ganz schwachen Begriff.

„Ein Züchter von Seidenwürmern," sagt Michelet, „glaubt im Stande zu sein, seine Pfleglinge mit einem Maulbeerblatt befriedigen zu können. Aber das ist noch nichts. Man bringe ihnen ganze Wälder und sie verlangen immer noch mehr. Auf eine Entfernung von zwanzig Schritt und weiter hört man ein eigenthümliches und ununterbrochenes Rauschen, als ob ein Bach immer und immer fortflöße über Kiesel, die er riebe und abnutzte. Und man täuscht sich nicht, es ist in der That ein Bach, ein Sturzbach, ein unendlicher Fluß lebendigen Stoffes, der unter der großen Bewegung so vieler kleinen Werkzeuge rasselt, rauscht, tönt, in dem das vegetabilische Leben in das der Insekten übergeht und langsam, unbesieglich mit der Thierheit verschmilzt." Und ist dies etwa übertrieben?

Fallen nicht thatsächlich jede Secunde Tausende von Blättern, Tausende von Blüten unter dem Zahne dieser kleinen Schnitter, während unten im Erdreich, unseren Blicken entzogen, unzählige dieser heimtückischen Geschöpfe damit beschäftigt sind, durch Zerstörung der Wurzeln die Pflanzen von Grund aus zu vertilgen?

Wäre unser Ohr fein genug, um das Geräusch dieser kleinen Maschinen zu vernehmen, so würde die vielbesungene Stille der Flur zum tosenden Lärm eines Schlachtfeldes werden.

Und dies wird sie ja auch in der That, wenn die Heuschrecken, einem prasselnden Hagelwetter vergleichbar, sich auf ein blühendes Land stürzen.

Da nach Redi diese Aasfliegenlarven in Folge ihrer enormen Gefräßigkeit und ihrer den höchsten Ekel einflößenden Regsamkeit an Einem Tag oft um das 200fache ihres Gewichtes zunehmen, so würde die Nachkommenschaft einer einzigen Fliege, wenn diese nur auf 0·1 mgr. geschätzt wird, im Ganzen bei 20 Kilo Fleisch verzehren, also vollkommen ausreichen, um selbst ein ziemlich großes Thier aufzuarbeiten.

Haben übrigens erst die genannten Kerfe Bahn gebrochen, dann stellen sich auch bald Schaaren vieler anderer, die Necrophorus, Silphae, Dermestes u. s. w. ein, während ab und zu auch Wespen, Hornissen und besonders Ameisen einen schönen Theil wegtragen.

Zu guter Letzt, wenn die Weichtheile schon ziemlich alle geworden, erscheinen dann, das Bild des Ekels zu vervollständigen, die eigentlichen Schindkerfe, die Corynactes, Nitidulae u. s. w. auf dem Schauplatz, welche die Knochen bis auf das letzte Fäserchen auf das Gewissenhafteste abnagen und das Werk der Skeletirung im Verein mit Ameisen und dergleichen Gelichter zu Ende führen.

Die purificirende Wirkung der Kerfe dehnt sich aber auch auf das Wasser, auf Tümpel und Teiche aus, in denen, von den kleinen Krustern, den Daphnien u. s. w. ganz abgesehen, gewisse Gattungen, wie die Stechschnacken- und andere Fliegen-, sowie Käfer- und Netzflüglerlarven, alles Unsaubere, alles in Verwesung Begriffene beseitigen.

Ein einschlägiger Versuch ist schon von Reaumur gemacht worden, welcher fand, daß von zwei Kübeln mit Wasser der eine, welcher keine Kerfe enthielt, bald stinkend wurde, während der Inhalt des andern beständig frisch blieb.

b) durch Zerstörung der Pflanzenwelt.

Wenn man unter den verschiedenen Pflanzen des Feldes oder unter den einzelnen Bäumen des Waldes eine nähere

Musterung anstellt, so wird man bald gewahr, daß kaum eines dieser Gewächse vollkommen unversehrt ist, die meisten dagegen mehr oder weniger von Kerfen beschädigt sind, und sind es namentlich die Blätter, welche von ihnen oft in der übelsten Weise zugerichtet erscheinen.

Allein dies gibt uns von der pflanzenzerstörenden Thätigkeit der Kerfe nur einen ganz schwachen Begriff.

„Ein Züchter von Seidenwürmern," sagt Michelet, „glaubt im Stande zu sein, seine Pfleglinge mit einem Maulbeerbaum befriedigen zu können. Aber das ist noch nichts. Man bringe ihnen ganze Wälder und sie verlangen immer noch mehr. Auf eine Entfernung von zwanzig Schritt und weiter hört man ein eigenthümliches und ununterbrochenes Rauschen, als ob ein Bach immer und immer fortflöße über Kiesel, die er riebe und abnutzte. Und man täuscht sich nicht, es ist in der That ein Bach, ein Sturzbach, ein unendlicher Fluß lebendigen Stoffes, der unter der großen Bewegung so vieler kleinen Werkzeuge raschelt, rauscht, tönt, in dem das vegetabilische Leben in das der Insekten übergeht und langsam, unbesieglich mit der Thierheit verschmilzt." Und ist dies etwa übertrieben?

Fallen nicht thatsächlich jede Secunde Tausende von Blättern, Tausende von Blüten unter dem Zahne dieser kleinen Schnitter, während unten im Erdreich, unseren Blicken entzogen, unzählige dieser heimtückischen Geschöpfe damit beschäftigt sind, durch Zerstörung der Wurzeln die Pflanzen von Grund aus zu vertilgen?

Wäre unser Ohr fein genug, um das Geräusch dieser kleinen Maschinen zu vernehmen, so würde die vielbesungene Stille der Flur zum tosenden Lärm eines Schlachtfeldes werden.

Und dies wird sie ja auch in der That, wenn die Heuschrecken, einem prasselnden Hagelwetter vergleichbar, sich auf ein blühendes Land stürzen.

Der schon einmal genannte Regener hat ausgerechnet, daß zur Verzehrung von 1 Kilo Fichtennadeln ca. 9000 und dem entsprechend zur vollständigen Abweidung eines Morgen Waldes etwa 300,000 Raupen erforderlich sind. Was sind aber 300,000 gegen die wirkliche Zahl dieser Schadenthiere!

Es war im Juli 1858, erzählt Roßmäßler, als am Schwatzer Schutzbezirke, dem südlichen des großen Rothebuder Forstes, der Nonnenschmetterling, durch den Südwind getrieben, in unheilschweren Wolken daher flog und in wenigen Stunden vom ganzen Wäldercomplex Besitz ergriffen hatte. Wie ungeheuerlich die Menge dieser Falter war, zeigt der Umstand, daß die Förstereigebäude förmlich davon inkrustirt und die Oberfläche des Pilwurmsee's von darin ertrunkenen Schmetterlingen wie mit weißem Schaum bedeckt erschien. Im Walde selbst flogen die Schmetterlinge so dicht und wirr durch einander wie Schneeflocken beim ärgsten Wintersturm.

Dieser Massenüberflug der Nonne aus den südlicheren Forsten war indeß augenscheinlich keine Strafe Gottes, sondern verursacht durch die Fahrlässigkeit der dortigen Waldbesitzer, die das Uebel, als es noch klein war, nicht beachteten, und als es endlich in allen Wipfeln lebendig wurde, in toller Verzweiflung nichts besseres zu thun wußten, als ihre Wälder in Brand zu stecken und den Feind — ihren nördlichen Nachbarn auf den Hals zu laden! Letztere suchten denselben aber von Grund aus zu vernichten, indem die ganze Landbevölkerung zum Einsammeln der Eier aufgeboten wurde. Deren wurden nun auch vom 8. August bis 8. Mai des folgenden Jahres gegen drei — Centner erbeutet, was der schönen Zahl von etwa 150 Millionen Stück entspricht. Außerdem fing man gegen 2 Millionen trächtiger Weibchen. Obwohl nun der ganze Forst buchstäblich Stamm für Stamm revidirt

man schätzte die Masse der trocken gewordenen Holzmasse auf eine Drittel-Million Kubikmeter! Bald griffen die Raupen nun auch zu den jüngeren und jüngsten Kulturen und vernichteten jede Hoffnung von Grund aus.

„An jüngeren Fichten und Kiefern krümmten sich die Wipfel unter der Last der kompactgeschlossenen sitzenden Raupen, und an allen Bäumen hingen die Nadeln abgebrüht. Der Raupenkot, der zuletzt den ganzen Boden des Waldes zwei bis drei Zoll hoch, ja an manchen Stellen bis sechs Zoll hoch bedeckte, rieselte ununterbrochen, gleich einem starken Regen, aus den Kronen der Bäume herunter, und bald war sich hier grünes Blatt, kein grüner Faden mehr zu sehen, so weit das Auge reichte."

Fig. 38.
Durch die Nonnenraupe [illegible] Fichtengipfel [illegible] Verpuppung.

Doch nun denkt nicht mit Entsetzen an die Verwüstungen, die der Borkenkäfer in den böhmischen Wäldern angerichtet! Hochgewachsene Tannen und Fichten, trotz ihrer Wipfel entblößt, werden heimlich von einer Schaar unserer kleinen Bäumer überfallen. Bald rieselt das feine Bohrmehl aus der Fichte nieder, und aus tausend Wunden quillt das Blut des Baumes, das Harz, hervor. Die Folgen lassen auch nicht lange auf sich warten. Die Rinde entfärbt sich, die Nadeln vergilben und fallen ab, — und [illegible] Wälder [illegible] Wüste ein ödes

und gereinigt wurde, zeigten sich im nächsten Frühjahr allerwärts eine solche Menge von Klümpchen eben ausgeschlüpfter Raupen, sog. Raupenspiegeln, daß man sich bereits auf das ärgste gefaßt machte. Der geringe Erfolg der vorausgegangenen Brutvernichtung erklärt sich zum Theil damit, daß die Nonne, allen früheren Erfahrungen zum Hohn, ihre Eier nicht bloß an den Stämmen selbst, sondern auch an den Wurzeln, in der Bodenstreu, sowie auf den höchsten Wipfeln, kurz überall ablegte, wo noch ein freies Plätzchen zu finden war. In den gemischten Beständen waren aber vorzugsweise die Fichten der Nonne zum Opfer gefallen, während Kiefern und Laubhölzer nur bis zu einer geringen Höhe Raupenspiegel trugen.

Die immer gegenwärtigen Helfer in der Noth, die Singvögel, die Spechte, die fleischfressenden Insektenlarven, wie z. B. die von Clerus, halfen zwar wacker mit — aber es half eben Alles nichts mehr. Im Juni wurde es allenthalben lebendig; die Raupen verbreiteten sich rasch über das ganze Revier, und um die Mitte Juli waren bereits 800 Morgen Fichten ihrem Fraße erlegen. Der Anfang wurde mit den Fichten gemacht, dann kamen die Kiefern an die Reihe, während die Hainbuchen gleichzeitig mit den ersteren in Angriff genommen wurden.

Anfangs August fiel nun die erste Flugzeit. Trotzdem in den allerorts angezündeten Leuchtfeuern unzählige Falter den Tod fanden, waren doch in kürzester Frist die Stämme von oben bis unten mit den frisch abgesetzten Eierhaufen förmlich inkrustirt — ja in Ermanglung geeigneter Brutstätten wurden die Eier sogar — gegen alle Raison — auf Gartenpflanzen und menschlichen Wohngebäuden abgelegt.

Nun kann man sich von den Verwüstungen des folgenden Sommers einen Begriff machen. 10,000 Morgen Nadelholzbestand waren in wenigen Tagen kahl gefressen, und

man schätzte die Masse der trocken gewordenen Holzmassen auf eine Drittel-Million Kubikklafter! Bald griffen die Raupen nun auch zu den jüngeren und jüngsten Kulturen und vernichteten jede Hoffnung von Grund aus.

Fig. 99.
Durch die Nonnenraupe beschädigte Fichtengruppe (nach Ratzeburg).

„An jüngeren Fichten und Kiefern krümmten sich die Wipfel unter der Last der klumpenweise daran sitzenden Raupen, und an allen Bäumen hingen die Aeste abwärts. Der Raupenkoth, der zuletzt den ganzen Boden des Waldes zwei bis drei Zoll hoch, ja an manchen Stellen bis sechs Zoll hoch bedeckte, rieselte ununterbrochen, gleich einem starken Regen, aus den Kronen der Bäume hernieder, und bald war fast kein grünes Blatt, kein grüner Halm mehr zu sehen, so weit das Auge reichte."

Und wer denkt nicht mit Entsetzen an die Verwüstungen, die der Borkenkäfer in den böhmischen Wäldern angerichtet? Hochgewachsene Tannen und Fichten, stolz ihre Wipfel erhebend, werden heimlich von einer Schaar unserer kleinen Mineure überfallen. Bald rieselt das feine Bohrmehl aus der Höhe nieder, und aus tausend Wunden quillt das Blut des Baumes, das Harz, hervor. Die Folgen lassen auch nicht lange auf sich warten. Die Rinde entfärbt sich und schuppt sich ab, die Nadeln vergilben und fallen zu Boden — und schließlich bleibt nichts übrig als ein ausge-

zehrter, dürrer Stamm mit trockenen Zweigen, den selbst ein kein allzu heftiger Wind ohne Mühe zu Boden wirft und in Trümmer bricht.

Und nun schälen wir einmal von dieser Baumleiche die Rinde los. Sie scheint lebendig. Aus den mit stinkendem pulverigen Mulm erfüllten Labyrinthgängen wühlen sich Tausende und Tausende der kleinen geflügelten Bohrer hervor, und eh' wir's uns versehen, drohen uns ihre Schwärme fast zu ersticken. Bald wird auch in der That der ganze Wald lebendig; das Verderben ist unaufhaltsam.

Waren es früher nur einzelne und meist schon ältere Bäume, die dem Verderben erlagen, so sehen wir jetzt, von einem erhöhten Standpunkt aus, weite große Waldstrecken, wie vom Reif versengt, sich röthen, und ehe man's für möglich hält, hat die Seuche ganze Forste ergriffen, und wo der Wanderer früher tagelang durch schattige Haine dahinschritt, da zeigt sich seinem traurigen Blicke jetzt nichts mehr als ein wirres, schauerliches Chaos übereinandergestürzter Stämme und Aeste, über welchen, Alles in Mulm und Moder verwandelnd, das Unkraut emporwuchert.

Nun, will man noch drastischere Beispiele, daß die Insekten eine der gewaltigsten Naturmächte sind, und ist angesichts solcher Thatsachen die Ansicht nicht wohl begründet, daß die Kerfe so wie heute in den Urwäldern der Tropen, auch in früheren geologischen Perioden auf die Umbildung der Festlandschöpfung einen ungeheuren Einfluß übten?

Wenn man aber auch einräumen muß, daß die destructive Thätigkeit der Kerfe keine absolute ist, da ja fast im selben Maße, als sie die eine Pflanzenart vertilgen und ausrotten, dafür andere desto besser gedeihen, so wird heutzutage doch nur mehr ein Teleologe von Profession so thöricht sein zu behaupten, daß die Kerfe eine Art Polizei in der Natur

ausüben, daß sie, wie man sich auszudrücken beliebt, „zur Oekonomie des Weltenlenkers“ gehören, gleichsam um dafür zu sorgen, daß die Bäume nicht in den Himmel wachsen, während gescheidte Menschen in diesem ganzen großartigen Vernichtungswerke eben nichts anderes sehen, als einen Kampf der verschiedenen Naturmächte, in dem, je nach den begleitenden Verhältnissen, bald die einen, bald wieder die andern die Oberhand gewinnen. —

c) durch Zerstörung der Thierwelt.

Manche Leser werden der Ansicht sein, daß die Verheerungen der Insekten im Reiche der animalischen Wesen keine nennenswerthe Bedeutung haben. Sie würden aber ganz anders urtheilen, wenn wir die Thiere, welche täglich von Insekten, wir sagen nicht auf der ganzen Erdoberfläche, sondern nur in einer beschränkten Gegend, umgebracht werden, auf einen Haufen zusammentragen könnten. Ja, würden sie ausrufen, diese Kerfe sind doch furchtbare Wesen, sie wären, wenn sie nicht durch andere Gewalten in gehörigem Zaum gehalten würden, faktisch im Stande, alles Lebendige vom Erdboden zu vertilgen und schließlich — um den Gräuel der Verwüstung voll zu machen — sich selbst aufzufressen!

Aber wenigstens, wird man sich sagen, sind die höheren Thiere, wo nicht vor ihren Angriffen, so doch vor der gänzlichen Vernichtung sicher. Doch auch das ist nicht richtig. Wir wollen nicht daran erinnern, wie viele Menschen und höhere Thiere schon durch die Stiche der Wespen, durch das unglückliche Zusammentreffen mit den Armeen der Ameisen und Termiten getödtet und zum Theil, wie glaubwürdige Berichte erzählen, sozusagen bei lebendigem Leibe aufgefressen wurden, denn dies sind doch im Ganzen seltene Fälle; wie viele größere und kleinere Säuger und Vögel und deren Junge werden aber durch ihre oft massenhaften Parasiten,

langsam zu Tode geschunden, und wer zählt, von der Fischbrut abgesehen, all' die kleineren Reptilien und Lurche, welche theils durch einzelne stärkere Kerfe, z. B. durch die größeren Schwimmkäfer, die Caraben, die Mantis u. s. w., theils durch den vereinigten Angriff mehrerer tagtäglich zerfleischt werden!

Den ärgsten Verfolgungen sind allerdings die wirbellosen Thiere, namentlich die Würmer, die kleineren Mollusken, in erster Linie aber, wenn wir von den Asseln, den wenigen Landkrebsen und den Spinnen absehen, die Insekten selber ausgesetzt.

Die Pflanzenwelt, so können wir das Gesammtwirken der Kerfheit teleologisch ausdrücken, ist vornehmlich dazu da, um für das unermeßliche Heer der pflanzenfressenden Insekten die nöthige Nahrung zu präpariren. Diese von den Pflanzen aufgefütterten Kerfe dienen aber großentheils selbst nur dazu, um den nicht minder zahlreichen kerffressenden Insekten zur Speise zu dienen, während letztere zugleich dafür Sorge tragen, daß erstere in der Vertilgung der Pflanzen sich nicht allzusehr übernehmen und durch gänzliche Ausrottung derselben sich selbst und mittelbar wiederum den auf sie angewiesenen Insektenfressern die Existenzmittel entziehen.

Indeß wissen wir schon, daß es mit diesem anscheinend so fein ausgeklügelten Plane nicht weit her ist, da ja viele Insekten, je nachdem es die Umstände erheischen, bald zu dieser, bald zu jener Partei sich schlagen.

Was nun die einzelnen Klassen der Kerfvertilger betrifft, so sind zunächst jene zu unterscheiden, welche sie zum eigenen Gebrauch tödten und auffressen, und dann jene, welche sie ihrer Brut überantworten.

Unter den ersteren gibt es wieder solche, die in allen ihren Entwicklungszuständen der Kerfvertilgung obliegen, wie z. B. die meisten Land- und Wasserwanzen, ferner die Libellen,

[illegible] für die [illegible] Erhaltung [illegible]

[illegible] Ernährung der Pflanzen.

[illegible] der [illegible] Zerſtörungsarbeit [illegible] ſondern nur eine [illegible] lebendigen [illegible] lebendige [illegible] Zuſammenhang [illegible] Herrſchaft der [illegible] ſondern in [illegible] zur Erzeugung [illegible]

[illegible] vegetabiliſche [illegible] Das haben [illegible] durch die Kenntniß [illegible] in wenigen Jahren [illegible] machen.

[illegible] animaliſche [illegible] mit den [illegible] Felder [illegible]

[illegible] aber einen [illegible] Erkenntniß des Stoff-

Summen und Produkte erhalten, die nicht in die Millionen, sondern die in die Tausende der Millionen gehen.

Die ausgiebigsten Kerfvertilger sind aber doch die Schlupfwespen und die Insektenschmarotzer überhaupt.

Wir beobachteten heuer einen Apfelbaum, dessen Stamm und Aeste stellenweise von Heckenweißlingspuppen ganz inkrustirt waren. Nach Verlauf einer Woche sahen wir aber an denselben Plätzen nichts mehr als Haufen zierlicher weißer Cocons, die Hülsen, aus denen die den Leib der Puppen verzehrenden Schlupfwespen hervorgegangen. Und kann es doch jeder Falterzüchter bestätigen, daß selbst bei der achtsamsten Ueberwachung oft mehr als die Hälfte der Züchtlinge von Schlupfwespen und Schmarotzerfliegen ausgeweidet werden.

Und nicht bloß die Mehrheit der offen in Feld und Wald lebenden Kerfe verfallen diesem unerbittlichen Geschick, bei lebendigem Leibe verzehrt zu werden, kein Insekt, und lebe es noch so versteckt, weder die Gallwespe in ihrem dicken Gehäus, noch die Erdbiene in ihrem geheimen Stollen oder die Puppe im dichtesten Seidengespinnst, ist vor der gefährlichen Sonde unserer Tyrannen sicher, ja, um ihrem Namen Ehre zu machen, legen manche sogar die natürliche Scheu vor dem Wasser ab und suchen ihre Opfer in Tümpeln und Bächen auf.

Fig. 100.
Aufgeschnittene Falterpuppe, ganz von Schmarotzerfliegen erfüllt, nat. Gr.

Man denke sich die Schlupfwespen nur auf einige Jahre außer Thätigkeit gesetzt — und man würde staunen, was für ein ganz anderes Gesicht die Pflanzen- und Thierwelt annähme. Sie übersieht man *leicht*; ihre Thaten aber sind riesengroß.

und eigene Vorkehrungen zu ihrem Schutz wären für die menschliche Kultur nicht minder wichtig als jene für Erhaltung der insektenfressenden Singvögel.

d) durch Ernährung der Pflanzen.

Wir haben jetzt das Insekt als eine der furchtbarsten zerstörenden Mächte kennen gelernt. Diese Zerstörungsarbeit bedeutet aber keine absolute Vernichtung, sondern nur einen Umsatz der Stoffe, und zwar einerseits der lebendigen in todte und andererseits der todten in lebendige Materie. Zerstörung im engeren Sinne kann nur erstere Umwandlung genannt werden, aber auch diese von den Insekten todtgemachte Materienmasse ist selbstverständlich im Haushalt der Natur kein wirklich todtgeschlagenes Kapital, sondern im Gegentheil die unerschöpfliche Schatzkammer zur Erzeugung neuen Lebens.

Daß der von den Insekten gelieferte vegetabilische Düngstoff quantitativ ein ganz ungeheurer ist, das haben wir schon gelegentlich der Verwüstungen durch die Nonnenraupe erfahren, und betreffs der Heuschreckenverheerungen berichten uns Reisende, daß manche nichts als Unkraut producirende Steppen, nachdem sie von diesen Insekten kahl gefressen und ausgiebig gedüngt worden, in wenigen Jahren eine weit üppigere und schönere Vegetation hervorbringen und so erst eine eigentliche Kultur möglich machen.

Doch auch der von den Insekten gelieferte animalische Dünger ist nicht verachtenswerth, wie wir denn nur den einen Fall erwähnen, daß in gewissen Flußniederungen Frankreichs die zeitweilig in unermeßlicher Fülle auftretenden Hafte in vielen Tausenden von Wagen auf die Felder verführt werden.

Zwar keinen nennenswerthen praktischen, dafür aber einen desto höheren scientivischen Werth für die Erkenntniß des Stoff-

kreislaufes der Natur bietet die namentlich in jüngster Zeit wieder von Darwin u. A. genauer studirte Thatsache, daß viele Insekten gewissen Pflanzen direkt als Nahrung dienen, d. h. daß das Kerffleisch von manchen Gewächsen unmittelbar verdaut oder — wie man die Erscheinung etwas übertrieben nannte — gefressen wird.

e) durch Ernährung der Thiere.

Obwohl die Insekten für die Befruchtung vieler Pflanzen von enormer Wichtigkeit sind, so muß doch Jeder zugeben, daß trotz alledem die meisten Gewächse wenigstens auch ohne sie gedeihen könnten. Es ist gut und schön, daß sie da sind; absolut nothwendig sind sie aber nicht.

Anders ist's mit den Thieren, von denen viele, so wie sie einmal eingerichtet sind, ohne die Kerfe absolut nicht fortkommen könnten. Die Insekten sind ihre Ernährer; ihre Existenz und Ausbreitung ist mit der der Kerfe unzertrennlich verwachsen.

Derlei Insekten-Consumenten gibt es — und wir halten uns diesmal nur an die Wirbelthiere in allen Abtheilungen.

Unter den Säugern ist das Insektenfressen viel verbreitet und dies nicht etwa bloß bei gewissen kleineren Formen, wie den Affen, den Flatterthieren, Igeln, Maulwürfen, gewissen Viverren, z. B. dem amüsanten Honigrattel (V. mellivora) und V. prehensilis, die für den Kerffang und Kerffraß eine besondere Eignung haben, sondern selbst größere und gewaltige Naturen verschmähen, wenigstens in Ermanglung von etwas Soliderem, diese kleinen Artikel nicht. So ist z. B. Dachs und Fuchs schon oft auf diesem Kleinhandwerk betreten worden, ja selbst der brummige Meister Petz soll sich häufig an den Bienen vergriffen haben.

Außer den gewissen Raubthierfamilien — auch der Hund schnappt bekanntlich nach Fliegen — und dem Schwein, welches

zuweilen den Boden nach Engerlingen durchwühlt, sind namentlich die sog. Zahnlosen passionirte Entomophagen. So das junge Armadill, das durch Vertilgung der Heuschrecken nützlich wird, in erster Linie aber der Ameisenfresser (Myrmecophaga), von dem noch unten zu berichten ist.

Unter den höheren Thieren sind aber insbesondere die Vögel schon vermöge ihrer Natur so recht eigentlich zum Insekten- d. h. zum Luftthier-Fang bestimmt, und in der That machen die Kerfe den Haupttheil ihrer Nahrung aus.

Kerffresser gibt es fast in allen der vielen Abtheilungen und manche leben fast ausschließlich von derlei Ungeziefer.

Unter den Raubvögeln sind zumal gewisse Falken eifrige Kerfvertilger, so z. B. der Thurmfalke, dessen Magen oft mit Hunderten kleiner Heuschrecken und Vögel angefüllt ist.

Von den Großschnäblern heben wir besonders den Madenfresser (Crotophaga) und die Saatkrähe hervor, welche letztere zuweilen auch die Weidethiere ablaust und dem Pfluge folgend eine Menge schädlicher Larven aufliest; dann den Trupial, der in Amerika zur Kerfreinigung in den Häusern gehalten wird, desgleichen auch den Purpuratzel, nach dessen Vertilgung in den Vereinigten Staaten alle Arten schädlichen Ungeziefers sehr überhand nahmen.

Interessant ist der Bienenkukuk (C. indicator), der, indem er sich am liebsten auf Bäumen niederläßt, wo gewisse Honigbienen nisten, die Wilden auf deren Spur führt.

Speciell um die Wegschaffung vieler schädlicher Waldkerfe machen sich dann die Spechte, die Nußhacker, die Baumläufer, Drehhälse u. s. w. verdient, während die cannibalischen Dorndreher die Gebüsche säubern, dabei freilich auch manche nützliche Kerfe, wie die Scarabaei und die Hummeln, spießen.

Die Hühnerarten sind gleichfalls eifrige Kerfsammler, und Swammerdamm erzählt, daß das Repphuhn zuweilen seine Jungen zu Ameisennestern zu Tische führt.

Blüten zur Fremdbestäubung vielfach wenigstens ausschließlich Anpassungen an die Insekten sind.

Doch dieser Gestaltungskreis ist nur ein Einzelnes, eine isolirte Erscheinung, an der die Beobachtung, anstatt auf ein Allgemeineres fortzuschreiten, so gerne haften bleibt.

Einen großen Schritt weiter, zwar nicht in der exakten Erklärung der einschlägigen Erscheinungen, aber doch in der Eröffnung neuer Gesichtspunkte und durch Beibringung zahlreicher neuer Thatsachen, hat der geniale Pflanzenbiologe Prof. Kerner gethan.

Er wies nach, daß gewisse Pflanzen nicht bloß diverse Verführungsorgane haben, um die zu ihrer Befruchtung nöthigen Insekten herbeizuziehen und ihnen ihre wichtige Mission zu ermöglichen und zu erleichtern, sondern daß sie, um ganz unberufene, unnütze oder gar für die Fortpflanzung schädliche Insekten, wie z. B. die meisten Larven und die ungeflügelten (Ameisen, Blasenfüße 2c.) überhaupt von sich abzuhalten, auch mit den mannigfachsten Schutz-, Abwehr- und Fangmitteln ausgerüstet sind.

Dieser Selbstschutz der Pflanzen, namentlich gegen „ankriechende", theils mittelbar durch Verletzung der Laub- und Blumenblätter, theils unmittelbar durch Zerstörung der Staub- und Keimorgane schädlich wirkende Kerfe, wird auf sehr verschiedene Weise bewerkstelligt.

Einmal durch Absonderung widerlicher Stoffe an den Blütentheilen.

Dies z. B. bei Colchicum, Parnassia, Pirola etc., deren zwar äußerst verlockend aussehende Blumen eben wegen ihrer fein Ausdünstungen selbst von den großen Weidethieren verschmäht werden.

Dann durch isolirende, von den Blättern gebildete trichter- oder schalenartige Wasserbecken, in denen die ankriechenden Kerfe zum Theil *ersaufen.*

Von den Fischen kommen selbstverständlich nur die des Süßwassers, besonders die Forellen, Salmen, Karpfen, Eschen u. s. w. in Betracht, die, gleich gewissen Amphibien, zum Theil fast ausschließlich nur von Kerfen leben.

Die Larven der Mücken und Eintagsfliegen können wir geradezu als die tägliche Speise, die zu gewissen Zeiten gleich Schneeflocken auf den Wasserspiegel fallenden vollendeten Kerfe dieser Gattungen aber mit Reaumur gleichsam als das Manna bezeichnen, an dem alle Wasserbewohner, groß und klein, einen großartigen Schmaus halten.

Veränderung der Natur im Einzelnen.

A. Umgestaltung der Pflanzen.

Wie sehr gewisse Insekten in Folge ihres intimen Wechselverhältnisses mit den Pflanzen, in ihrem ganzen Wesen, in Gestalt und Lebensweise, den letzteren angepaßt wurden, ja vielfach gewissermaßen zu integrirenden Theilen, zu Organen der Pflanzen selbst werden, und so gleichsam mit ihnen in Eins verschmelzen, davon hat uns — wenigstens betreffs der Immen — H. Müller einen gar anschaulichen Begriff gegeben.

Wenn aber die Pflanzen, als passive Wesen, auf die Insekten einen so großen Einfluß üben, warum sollten letztere ihrerseits, als die aktiv Betheiligten, an den ersteren nicht gleichfalls bedeutende Gestaltveränderungen hervorbringen?

Ist es aber auch von vornherein schwer zu entscheiden, was bei den Pflanzen das wirklich Primitive, Endogene und Ureigene sei, und was daran hinterher unter dem Einfluß der Insekten entstanden oder dazu gekommen ist, so stimmen doch alle Darwinisten darin überein, daß z. B. die gewissen, oft unendlich kunstvollen und complicirten Einrichtungen der

Blüten zur Fremdbestäubung vielfach wenigstens ausschließlich Anpassungen an die Insekten sind.

Doch dieser Gestaltungskreis ist nur ein Einzelnes, eine isolirte Erscheinung, an der die Beobachtung, anstatt auf ein Allgemeineres fortzuschreiten, so gerne haften bleibt.

Einen großen Schritt weiter, zwar nicht in der exakten Erklärung der einschlägigen Erscheinungen, aber doch in der Eröffnung neuer Gesichtspunkte und durch Beibringung zahlreicher neuer Thatsachen, hat der geniale Pflanzenbiologe Prof. Kerner gethan.

Er wies nach, daß gewisse Pflanzen nicht bloß diverse Verführungsorgane haben, um die zu ihrer Befruchtung nöthigen Insekten herbeizuziehen und ihnen ihre wichtige Mission zu ermöglichen und zu erleichtern, sondern daß sie, um ganz unberufene, unnütze oder gar für die Fortpflanzung schädliche Insekten, wie z. B. die meisten Larven und die ungeflügelten (Ameisen, Blasenfüße ꝛc.) überhaupt von sich abzuhalten, auch mit den mannigfachsten Schutz-, Abwehr- und Fangmitteln ausgerüstet sind.

Dieser Selbstschutz der Pflanzen, namentlich gegen „ankriechende", theils mittelbar durch Verletzung der Laub- und Blumenblätter, theils unmittelbar durch Zerstörung der Staub- und Keimorgane schädlich wirkende Kerfe, wird auf sehr verschiedene Weise bewerkstelligt.

Einmal durch Absonderung widerlicher Stoffe an den Blütentheilen.

Dies z. B. bei Colchicum, Parnassia, Pirola etc., deren zwar äußerst verlockend aussehende Blumen eben wegen ihrer übeln Ausdünstungen selbst von den großen Weidethieren verschmäht werden.

Dann durch isolirende, von den Blättern gebildete trichter- oder schalenartige Wasserbecken, in denen die ankriechenden Kerfe zum Theil ersaufen.

Solche Einrichtungen finden sich z. B. bei vielen Bromeliaceen (Billbergia, Tillandsia, Lamprococcus u. s. w.), dann bei den Karden und Disteln, sowie bei manchen alpinen Gentianeen (G. lutea, pannonica), am verbreitetsten und einfachsten hergestellt aber bei gewissen Wasserpflanzen, z. B. Alisma, Hottonia, Nuphar etc., die vor flügellosen Kerfen fast völlig sicher sind.

Wichtig sind dann die durch klebrige Drüsen und besondere Haarzotten gebildeten Fangapparate, wie wir sie besonders schön, z. Th. als Ersatz der Wasserisolirung, bei dem im Trocknen vegetirenden Polygonum amphibium, dann bei gewissen Robinien, Epimedium, Silene, Dianthus, Alsine, Holosteum u. s. w. sehen.

Nicht minder vortheilhaft erweisen sich die bald unter-, bald innerhalb der Blüten befindlichen, meist nach abwärts gerichteten und oft völlig undurchdringlichen Stachel- und Nadelkränze oder „Dickichte", welche zum Theil, so z. B. bei Melampyrum, zugleich als Wegweiser dienen. Desgleichen die reußen-, gitter- oder siebartigen Haaransammlungen innerhalb der Blütenhüllen, wie sie z. B. Tellima, verschiedene Lilien u. s. w. auszeichnen.

Die wirksamsten und wunderlichsten Schutzwehren werden dann schließlich durch eigenthümliche Umbildungen der einzelnen Blütentheile selbst gebildet, wie denn z. B. die sog. „Schlagbaum-Vorrichtungen" bei Chelone und Pentastemon daher gehören.

Doch auch die letztgenannten, gegen die Insekten gewendeten Einrichtungen der Pflanzen verfolgen ja nur, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, einen ganz speciellen Zweck.

Da die Pflanzen nicht bloß an ihren Blüten, sondern an sämmtlichen Theilen und Organen, an den Blättern, Stengeln, Wurzeln u. s. w., kurzum in ihrer Totalität von zahllosen Kerfen angegriffen werden, und es ferner, bei ihrer großen

Variabilität, als ausgemacht betrachtet werden kann, daß gewisse Abänderungen diese Eingriffe der Kerfe leichter als andere ertragen, so darf man wohl annehmen, daß wenigstens viele von ihnen in diesem unausgesetzten Kampfe mit ihren gefährlichsten Feinden eine ihre gesammte Natur oder Selbsterhaltungs-Oekonomie betreffende vortheilhafte Abänderung erworben haben, die nun in allen äußerlichen und innerlichen Einzelheiten nachzuweisen das große Problem künftiger Forschung sein muß.

Im Anschluß daran wollen wir hier noch der von Kerner angeregten Idee Ausdruck verleihen, daß unter dem Einfluß gewisser Insekten nicht bloß einzelne Pflanzen resp. Pflanzentheile, sondern ganze große Florengebiete, auf welche sich dieser Einfluß erstreckt, ein eigenartiges Gepräge erhalten können, daß sonach der pflanzen-physiognomische Charakter einer Landschaft vielfach von der Gegenwart gewisser Kerfe abhängt.

B. Umgestaltung der Thiere.

Im letzten Abschnitt war bloß von jenen passiven Einrichtungen der Pflanzen die Rede, mit deren Hilfe sich dieser leidende Theil der Organismenwelt seine Schmarotzer d. i. die schädlichen Insekten vom Leibe hält. Gewisse Pflanzen treten aber bekanntlich den Kerfen auch aktiv, gleichsam als Räuber oder Mörder entgegen, indem sie sich von deren Fleisch und Blut nähren und, um derselben habhaft zu werden, mit besonderen Fanggeräthen ausgerüstet sind, die zum Theil, wie die merkwürdigen Fliegenklappen der Drosera, oder die Fangröhren der Nepenthes, manche Aehnlichkeit mit jenen Instrumenten haben, deren sich die Entomologen zur Kerfjagd bedienen.

Wenn aber, im beständigen Kampf um die Existenz, sogar Pflanzen ihre passive Natur ablegen und von der

Natur mit allerlei Werkzeugen zum Insektenfange ausgerüstet werden, wie weit verbreitet und vielfach müssen erst die Anpassungen jener Thiere sein, die von Haus aus auf die Kerfjagd angewiesen sind!

Betreffs der kerftödtenden Insekten selbst ließen sich hierüber selbstverständlich unzählige Belege bringen — ihr ganzer Körper, von den langen Fühlhörnern an, welche zur Aufspürung ihrer Opfer dienen, bis zu den Scheeren, Zangen, Stacheln und Dolchen des Hinterendes, womit sie dieselben fassen oder tödten, ist ja ein einziger Insektenfang-Apparat.

Indessen sind die einschlägigen Einrichtungen der höheren Thiere nicht weniger zahlreich und merkwürdig, harren aber noch immer einer systematischen Bearbeitung. Um einen beiläufigen Begriff davon zu geben, wird es genügen, einige besonders prägnante Fälle herauszugreifen.

Schon von den Säugethieren gäbe es genug zu sagen. Ganz abgesehen von den für die Kerfjagd so prächtig eingerichteten Flatterthieren, von den mannigfachen Anpassungen der strenge so zu nennenden Insektivoren in Bezug auf die Bildung ihrer Schnauze, ihres Gebisses, ihrer Scharrfüße u. s. w., welch ein unübertrefflicher Insektenjäger ist nicht der Ameisenbär!

Die exquitesten Werkzeuge zum Kerffange sind aber doch den Vögeln zu Theil geworden. Die Flügel zunächst setzen sie in Stand, auch den flüchtigsten, den Libellen, den Bremsen, Hummeln u. s. w. mit Erfolg nachzujagen.

Dann aber ihr Fangwerkzeug! Jeder Entomologe weiß, daß, um gewisse kleine Kerfe mit Sicherheit zu fassen, die Finger häufig zu grob sind, weshalb sich Jeder zu diesem Zwecke mit einer feinen Pincette versehen wird.

Nun und welche zweckmäßigeren Kerfzangen könnte es wohl geben, als die je nach der Bestimmung bald stumpferen, bald spitzeren, bald geraden, bald verschiedenartig gekrümmten,

bald glatten, bald gekerbten oder noch extra mit feinen Endspitzen versehenen Schnäbel unserer Sänger und Spechte, während jene gewisser Sumpfvögel gewissermaßen unsere künstlichen Trätscher vertreten.

Hier würde ein einigermaßen aufgeklärter Beobachter ein ganz köstliches Thema haben.

Aber auch bei den übrigen Wirbelthieren, den Reptilien, Amphibien und Fischen böten sich eine Menge höchst origineller Anpassungen dar. Welch' prächtiger Fangapparat ist nicht die klebrige Schleuderzunge der Chamäleone, das weite kerfnetzartige Maul gewisser Lurche und Fische, abgesehen von manchen auf die Kerfverfolgung abzielenden Hilfsvorrichtungen, wie z. B. den breiten Fußballen der Gecko's, der Mundbarteln gewisser Fische u. s. w.

Ein bisher noch gar nicht kultivirtes Studium für sich würden dann, gleich wie bei den Pflanzen, die gegen die Kerfangriffe gerichteten Schutz- und Abwehrmittel beanspruchen. Daran zu zweifeln nämlich, daß die Thiere solche besitzen, würde so viel heißen, als sie auch den Pflanzen absprechen; man muß sie nur aufsuchen.

Das vulgärste Instrument dieser Art, der lange buschige Fliegenwedel der Säuger ist allen geläufig. Es wäre aber vor allem zu untersuchen, inwieferne die so äußerst wechselnden Arten der Bedeckung, dann, insbesondere bei den Lurchen, die mannigfachen Absonderungen und Ausdünstungen in dieser Hinsicht Bedeutung haben.

Einfluß der Kerfe auf den Menschen und dessen Kultur.

Wir denken, der Leser wird durch die vorhergehenden, wenn auch höchst flüchtigen und skizzenhaften Erörterungen über die Wirksamkeit der Kerfe im gesammten Naturleben vor diesen Thieren einen gewaltigen Respekt bekommen haben.

[illegible] ist klar [illegible], daß die gesammte Erdschöpfung, die [illegible] ist, als der [illegible], unter ihrer unwiderstehlichen Gewalt [illegible] muß, und daß hinwiederum auch die [illegible] ihre [illegible], ihre heimatlichen und gottesdienstlichen Denkmäler vielfach doch nicht [illegible] können.

Wenn aber, bis zu einem gewissen Grade, ein großer Theil der Natur nur ein Stoff der Kunst ist und insbesondere die Schöpfung [illegible] Organismen von deren Dasein auf [illegible] beschränkt wird, sollte dann das einzelne Geschöpf, der Mensch, namentlich als ein die übrige Natur beherrschendes [illegible] Wesen, von diesen Thieren nicht auch [illegible] Schaden und vielleicht auch einigen Nutzen erfahren?

Wenn es ist ja Allen sattsam bekannt, wie sehr unser Volk mit Sage mit diesen Geschöpfen verflochten ist.

Mißhandeln mag — wie ja Vieles — der Unverständige diese Creaturen; ihre Macht aber drückt ihn um so schwerer — ja sie kann ihn vernichten, wenn er es thut. —

3. Schaden der Insekten

a) an anderen Pflanzen.

Ohne daß wir die Ansicht jener Frommen theilen, die da meinen, es müsse gewisse Kerfe zu unserer Züchtigung erschaffen worden, so liegt doch gewiß kein vernünftiger Grund vor, weshalb die Kerfe an allen höheren Thieren sich vergreifen, und aber nur darum, weil wir zufällig die allerverwandtesten darunter sind, verschonen sollten.

Im Gegentheil, gerade diese Allgemeinheit, diese Kathoficität, die wir hinsichtlich der verschiedenen Kerfangriffe mit den übrigen animalischen Wesen theilen, sollte uns und besonders dann,

wenn wir nicht einmal dieser kleinen Wesen Herr zu werden vermögen, die größte Bescheidenheit lehren. —

Unter den wenigen insektischen Plaggeistern, die zwar nichts weniger als ganz originelle Schöpfungen, aber doch ausschließliches Eigenthum des Menschen sind, nehmen bekanntlich der Floh, dann ein paar Lausarten, sowie die Bettwanze, den ersten Rang ein.

Ueber ersteren wollen wir weiter gar nichts bemerken, als daß nach Kirby im Stockholmer Museum noch die Miniaturkanonen sich finden sollen, womit eine bekannte Schwedenkönigin gegen diese zudringlichen Ritter ins Feld zog.

Die Kopfläuse scheinen früher namentlich in Montezuma sehr verbreitet gewesen zu sein. Es bestand wenigstens zur Zeit der Entdeckung Amerika's darauf eine Kopfsteuer, und die Eroberer sollen in den bezüglichen Magazinen ganze Säcke voll dieser Himmelsgabe gefunden haben.

Nach den hiesigen einschlägigen Vorkommnissen zu urtheilen, scheint dieses Ungeziefer einst auch im „heiligen" Lande sehr geblüht zu haben. —

Dasselbe gilt vielleicht auch von der „Wandlaus" (Wall-Louse) vulgo Wanze (Punez, Bug-bear), die bei uns indeß erst seit dem 17. Jahrhundert einen Namen sich erworben.

Gefährlicher wie die zahmen sind gewisse „wilde" Flöhe und Wanzen. Der Sandfloh, der Wasserscorpion, die Nanatra geben schon einen Begriff davon. Aeußerst vehementer Natur scheint nach Dawis eine westindische Ruderwanze, der Reduvius serratus, zu sein. Er erhielt von einem einen elektrischen Schlag, der ihn bis in die Schultermuskeln erschütterte und in der Hand deutliche Abdrücke der sechs Beine zurückließ.

Von andern Blutsaugern wären außer den einheimischen Bremsen, Schnaken, Stechmücken und dergleichen zudringlichem Gelichter besonders die „Brandfliegen" Amerika's und

dann die verschiedenen Mosquito's hervorzuheben. Betreffs der letzteren sagt A. v. Humboldt, daß in manchen Orinocodistrikten jeder Kubikfuß Luft, bis zu drei oder vier Klafter Höhe, mit einer Million solcher giftiger Blutsauger erfüllt ist, und dies ist auch leicht glaublich, wenn man bedenkt, daß die ungeheuren Sümpfe jener Gegenden von den Larven dieser Kerfe förmlich wimmeln, indem man mit jeder Hand voll Wasser einige Tausend derselben herausschöpft. Die Eingebornen bestreichen sich bei der Arbeit mit Lehm und graben sich Nachts in den Sand ein, während sich die Reicheren in einen hermetisch verschlossenen Schwitzkasten einsperren. Kleider und selbst das stärkste Lederzeug, sagt ein Reisender, sind gegen ihre Stechbohrer kein größerer Schutz als die Wolle eines Schafes gegen das Messer des Schlächters. Interessant ist die durch Humboldt verbürgte Thatsache, daß die verschiedenen Arten dieser spinnenbeinigen Pfeilschützen ihre besonderen Stunden haben, d. h. sobald eine Abtheilung das Feld räumt, nach kurzer Frist ein neues Corps, wahrscheinlich eine neue Brut, ins Gefecht zieht.

Wie gefährlich einem die Stiche gewisser Wespen, zumal der Horniß werden können, hat der Leser wohl selbst erfahren — wenn nicht, so hüte er sich doch ja, ein Nest derselben anzugreifen.

Sehr bedenkliche Zustände können ferner die Brennhaare gewisser Raupen, wie z. B. des Processionsspinners, erregen. Ein chronischer Hautausschlag, eine bösartige Augenentzündung ist noch das Wenigste.

Daß es zum Theil auch sehr giftige Thiere dieser Art gibt, beweist Livingstone's Bericht, wonach die Wilden am Nyassasee ihren hölzernen und sorgfältig durch ein Maisblatt geschützten Pfeilen mit dem Saft einer Raupe eine unfehlbar tödtliche Wirkung verleihen. Der kleinste Tropfen macht die Zunge starr.

Von stationären Kerf-Entoparasiten scheint zwar der Mensch ganz verschont zu sein; wir haben aber eine Reihe sicher verbürgter Thatsachen, daß zufällige Eindringlinge, namentlich Mehlwurm- und Bremsenlarven, den Tod zur Folge hatten.

b) an unseren Hausthieren.

Mehrere unserer Hausthiere, wie der Hund, die Katze, das Schwein, dann das unterschiedliche Federvieh, haben bekanntlich ihre Extra-Flöhe und Läuse und ist davon bekanntlich selbst die Biene nicht ausgeschlossen.

Schmarotzer im weiteren Sinne sind dann die Biesfliegen, die Oestriden, oder richtiger deren wurmartige Maden. Das Weibchen der einer Hummel nicht unähnlichen Rindbiesfliege durchbohrt mit ihrer perspektivartigen Legeröhre die Rückenhaut der Rinder, um dort die Eier unterzubringen. Die durch die thierische Wärme bald ausgebrüteten Maden wachsen beim reichlich zufließenden Blut und Eiter in den beulenartigen Geschwüren rasch heran, erweitern, wenn ihre Zeit gekommen, allmälig das Bohrloch und lassen sich schließlich zu Boden fallen, wo ihre Verwandlung erfolgt. Die Schafbiesfliege (Oe. ovis), ein stumpfsinniges, träges Ungeziefer, legt die Eier in die Nasenhöhlen der Schafe, wo auch die auskriechenden Maden ihre Existenz fristen. Nach ungefähr fünf Monaten, wo sie ausgewachsen, führen sie dieselbe Geschichte wie die Rindsfliegen auf. Die officielle Betrugsanstalt des klassischen Griechenlands, das delphische Orakel, empfahl dem Demokrates gegen die Fallsucht eine Kur mit solchen Schafswürmern. —

Ein wahrer Eingeweideparasit ist die Pferdemagenbiesfliege. Die Eier werden meist an die Vorderbeine abgelegt. Die ausgeschlüpften Maden kommen dann durch Belecken der juckenden Stellen in den Mund und dann weiter in

[illegible]

[illegible] (Hippobosca [illegible]) [illegible]

[illegible] (Musca meteorica) [illegible]

Ein paar Mückenarten sind noch extra zu nennen. Zunächst die [illegible] (Simulia maculata Mz.) der unteren Donauländer. Schönbrunner erzählt, daß i. J. [illegible] [illegible] Hausthiere, Pferde, Rinder, Schweine x., [illegible] Mosquito's zum Opfer [illegible] Heerde niederfallen, [illegible] Waldthiere, Hasen,

Rehe u. s. w., kommen in ihrer Verwirrung zu den Wohnungen. Einmal wurde durch sie eine walachische Hochzeit aus einander gesprengt und die leicht gekleidete Braut von diesen eifersüchtigen Blutsaugerinnen sehr übel zugerichtet. Bisweilen gehen unsere sechsbeinigen Serben auch außer Land, ja sie wurden selbst in Berlin gesehen. Woher kommen denn aber diese Tapfern? Ihr Lebenslauf ist der der andern Mücken, nur hausen ihre seltsamen Larven nicht frei im Wasser, sondern, ähnlich den Kärdern, in kleinen zierlichen Köchern, mit denen die Kiesel der Gebirgsbäche oft ganz inkrustirt sind. — Hier fände somit das Mahnwort: „Man vertilge das Uebel an der Quelle", seine buchstäbliche Geltung.

Weitaus die gefährlichste Klinge unter allen Kerfen führt die Tsetsefliege (Glossinia morsitans) aus Centralafrika. Für Menschen unschädlich, siechen die Zugthiere oft schon in Folge eines einzigen Stiches dahin. Der Tod ist fast unvermeidlich. Namentlich scheint das furchtbare Tsetsegift auf das Gehirn zu wirken. Glücklicherweise hält sie sich streng an gewisse Distrikte. Bei einem unvorsichtigen Durchzug durch einen solchen riskirt aber der Reisende sein ganzes vierfüßiges Zugspersonal.

c) an unseren Speisevorräthen.

Da die Kerfe alles irgendwie Genießbare angreifen und im selben Maße, als sie eine neue Nährquelle ausfindig machen, sich auch stärker vermehren, dürfen wir schon von vornherein nicht erwarten, daß sie vielleicht unsere Nahrungsmittel, seien es nun Rohstoffe oder künstlich zubereitete, irgendwie respektiren. Und in der That gibt es auch nichts Derartiges, was vor ihnen sicher wäre.

Mehl, Brod, Zwieback, Speck, Fleisch, Milch, Käse, Zucker, *ja selbst die widerlichsten* Arzneistoffe wie Rhabarber

und Opium haben neben den gewissen Insekten, wie den Ameisen, Küchenschaben, Wespen, Fliegenmaden u. s. w., welche ohne viel Auswahl über Alles herfallen, meist noch ihre besondern Verehrer. Solche Specialisten sind z. B. Dermestes lardarius für den Speck, D. panicus für das Brod, Tenebrio molitor für das Mehl, Ptinus rubellus für die spanischen Fliegen, etliche Dipteren für den Käse u. a. mehr noch.

Einer der ärgsten, der Kornkäfer (Curculio granarius L.), sei noch besonders erwähnt. Der „Mutterkäfer" bohrt im Frühjahr seine fast mikroskopischen Eier in die Getreidekörner. Die Larven fressen sich dann tiefer ein und verpuppen sich in den ausgehöhlten Samen. Im Juli erscheint die erste Generation, im Herbst ein zweiter noch zahlreicherer Nachschub. Sie überwintern im Getreide oder in Ritzen der Speicher. Baldiges Ausdreschen, wenn man Gefahr ahnt, fleißiges Umschaufeln, Bekalken der Magazinwände ist unerläßlich. Nachlässige Landleute kommen durch diese geheimen Sünder oft sehr zu Schaden.

Fig. 101. Von der Kornschabenraupe (Tinea granella) ausgehöhlte Weizenkörner, nat. Gr.

Diese ganze unsaubere Industrie ist übrigens nicht ausschließliche Erfindung des „Kornweibels", zwei andere, die Raupe der Kornmotte (Tinea granella) und der Getreidemotte (cerealella) sind Verbündete. Diese Kornwürmer verfahren ähnlich, spinnen aber, wie dies von Raupen schon nicht anders zu erwarten, die mit ihrem Unrath besudelten Körner in kleinere und dann in größere Klümpchen zusammen. Die Mehrzahl überwintert in den Böden, Balken und Wänden des Speichers, daher sorgsames Verstreichen aller Ritzen nothwendig. In sehr abgelegenem Getreide findet sich der Getreide- und der Brodkäfer (Lyctus frumentarius und Trogosita caraboides) ein.

d) an unseren Utensilien und Wohnungen.

Die Kerfe wollen nicht allein von allen Arten unserer Speisevorräthe ihren Tribut haben, sie vergreifen sich an Allem, was wir haben und uns werth ist, einzig und allein Gegenstände aus Stein, Glas und Metall ausgenommen.

Zunächst ist es allen Entomologen bekannt, daß sie nicht einmal die sie selbst betreffenden Schausammlungen respektiren; denn die Larven der Pelz-, Blüten- und anderer Käfer (Ptinus fur, Byrrhus museorum) und gewisse Motten richten in den Kerfmuseen oft die greulichsten Verwüstungen an.

Auch unsere Schriften und Bücher werden früher oder später eine Speise verschiedener Nagekerfe.

So fand man in einer alten Bibliothek einen Stoß von nicht weniger als 27 dicken Foliobänden von einem Insekt durch und durch gebohrt, und A. v. Humboldt sagt, daß in den Tropen die Archive selten über 50—60 Jahre zurückreichen, da sie vor der Zerstörung durch die Termiten höchstens in eisernen Schränken geschützt werden können.

Von den zahlreichen einheimischen Xylophagen absehend, welche im Laufe der Zeit die solidesten Holzgeräthe, ja, wie die Larven von Cerambyx bajulus, selbst Bleidächer durchlöchern, sind es in den wärmeren Zonen nächst den Ameisen insbesondere die Termiten, welche absolut gar Alles zu Grunde richten, und dies etwa nicht stückweise und allmälig, sondern oft in überraschend kurzer Zeit.

Wenn wir uns Abends in unserem Arbeitszimmer zu Bette legen, so sind wir sicher, am Morgen alle unsere Utensilien unversehrt wiederzufinden. Wohl belästigen uns Fliegen und Mücken und gewisse heimlichere Gäste, wohl mögen Ameisen, Küchenschaben u. dgl. Schnüffler sich manchen kleinen Diebstahl erlauben, wohl mag vielleicht auch die Todtenuhr oder eine Sirenlarve in unsern Möbeln nagen und die Pelzmotten in

[illegible] Wunderblumen [illegible] unser Dasein machen; dies ist aber, unter [illegible] Gesichtspunkten, doch Alles nicht der Rede wert.

Solche ganz andere Gesichtspunkte machte aber schon Bancker, der [illegible] unser Zimmerpflanzen Bewunderer.

Wenn [illegible], daß ihm [illegible] Geschäfte die Mühe gestatteten, so [illegible] die Interessen von seinen Füßen [illegible], [illegible] genug, daß er ihm seine Instrumente, seine [illegible], [illegible] und [illegible] Sammlungen [illegible] prüfen, [illegible] er [illegible] ein [illegible] Zimmer bewohnte, so [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] oder der Welt, [illegible] er darauf schrieb, gekommen; so [illegible] [illegible] die Unterweisung erhielt, daß ihm die Theorien [illegible] [illegible] des Sonnenlichts gefielen, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] Lehre an die Pflanzen [illegible].

Aber auch hier ist noch das Vergnügen nicht. Es ist Thatsache, daß die Pflanzen des Tropen bellicosus gewollen theils unter die Fundamente eines Gebäudes hinab-, theils zu den Fenstern des Daches hinaufkriechen und durch Unterhöhlung [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Auch Bingh ist [illegible] so unglaublich, daß sie vor langer Zeit einst der größten englischen Schiffe, den Albion, [illegible] auf der See zum Sinken brachten?

c) an unseren Kulturgewächsen.

Das gesammte Gewächsreich, von der Eiche an, den Sitz der Wälder, bis zur Schorfflechte auf unsern Bretterzäunen, ist ein Eigenthum der Kerfe, und wenn wir zahlreiche Pflanzen als unser Eigenthum in Anspruch nehmen, so ist es nur, daß wir mit den ursprünglichen, den erbgesessenen Besitzern einen ununterbrochenen Krieg zu führen haben, bei dem wir leider oft, trotz Aufwendung aller unserer

natürlichen und künstlichen Hilfsmittel, schmachvoll unterliegen; denn unser Feind ist häufig so zahlreich, so versteckt, zählebig und fruchtbar, daß wir, selbst mit Vereinigung aller Kräfte, dagegen ohnmächtig sind, und unser Interesse, ja unsere Existenz schließlich nur in der unlenksamen Hand gewisser Elementargewalten liegt, die für uns, aber auch gegen uns Partei ergreifen können.

Ueber diesen Gegenstand, der ja gleichbedeutend mit unserer wichtigsten Existenzfrage ist, sind schon viele Bücher, ja ganze Bibliotheken geschrieben worden; wir wollen nur einige der berüchtigtesten Pflanzenschädlinge, soweit sie nicht schon früher zur Sprache kamen, kurz namhaft machen.

Wir beginnen mit den Feinden des Gemüsebaues.

Die kostbaren Spargelschosse sind den Angriffen gewisser Blattkäferchen (Chrysomela asparagi), die Wurzeln des Rettigs, der Möhre und Zwiebel einigen Fliegenmaden ausgesetzt, während es ein kleines Stechmaul, der Curculio lineatus, auf die Keimblätter der aufgehenden Bohnen abgesehen hat.

Viel Ungemach haben die Gartenblumen und Gartengesträuche zu ertragen. Auf Flieder und Geisblatt weidet die spanische Fliege, die man freilich wieder zu Geld machen kann, auf den Stachel- und Johannisbeersträuchern eine ganze Gesellschaft von diversen Tag- und Nachtfalterraupen, und der Schneeball wird von einem erdgelben Käferchen (Chr. viburni) abgefressen. Sehr insektenreich ist die Rose. Hier hüpft eine kleine Zirpe (Cicada rosae), hier weiden die kleinen Gartenlaubkäfer (Melolontha horticola), und zahlreiche Raupen, Wickler und Blattläuse suchen auch ihren Theil zu kriegen.

Ein ganzes Kerfmuseum beherbergen die verschiedenen Obstbäume, an denen, wie an allen Holzpflanzen, die Theilung der Zerstörungsarbeit am vollkommensten entwickelt ist. In der Wurzel und im Holz anbrüchiger Stämme haust die

langlebige Weidenbohrerraupe, der man mit Schwefeldampf und Verstopfung ihrer Unrathlöcher das Handwerk legen soll, ferner das Geschlecht der Nagekäfer, die im entrindeten Holz herumspazieren, während die kapuzinerartigen Nußborkenkäfer (Eccoptogaster pruni z. B.) zwischen Rinde und Splint ihre seltsamen Hieroglyphen meißeln, und gewisse Borkenkäfer (B. dispar) mit ihren „Fächergängen" noch ein Stück ins Holz vordringen; Pracht- und Borkenkäferlarven sind auch dabei. Schlimmes sagt man den Grünrüßlern nach. Sie benagen Laub und Knospen, fressen auch gerne die Augen an Pfropflingen aus. Die meisten Gäste finden sich auf den Blättern der Obstbäume ein, und sind darunter Namen, vor denen auch der Förster ein Kreuz schlägt. Die buntscheckigen Livrée- oder Ringelspinnerraupen begeben sich in hellen Haufen aus ihren Stammsitzen in den Astgabeln auf die Weide, wo sie gründlich aufräumen und dem armen Baum das Transpiriren schließlich unmöglich machen. Die Goldafterraupen, nicht weniger schädlich, geben im Juli den Falter, der die bekannten zunderähnlichen Eiklumpen macht. Die jungen Räupchen geben sich noch im Herbst zu schaffen und überwintern in oft faustgroßen Gespinnsten. Leider gibt es Landwirthe, zumal in hiesiger Gegend, die allen diesen Dingen ihren natürlichen Lauf lassen und welche sich zum Insektenvertilgen höchstens dann herbeiließen, wenn ihnen dieses Ungeziefer mit Geld aufgewogen würde. Der Bombyx dispar mit seinen „großen Eierschwämmen" sollte gleichfalls unter Kuratel gesetzt werden. Dagegen ist der äußerst schädlichen Blaukopfraupe (Noctua coeruleocephala) schwer beizukommen.

Einer der allerschlimmsten Gesellen ist der Frostspanner, so genannt, weil er zu seinen Uebelthaten die unlustigen Spätherbstnächte benutzt. Das flügellahme, aber äußerst geschickt kletternde Weibchen legt, wenn man es nicht durch Theerringe und dergleichen Präservative am Emporkriechen hindert, die

Brut an den Baumknospen ab, wo sich die jungen Räupchen schon im ersten Frühjahr an die Arbeit machen.

Sehr auffallend durch ihre großen Gespinnste sind gewisse laubfressende Motten, wie Tinea malinella z. B. Manche Obstbäume haben dann noch ihre besonderen Specialitäten. So die Apfel-, Birn- und Pflaumenbäume den gefährlichen grauen und rothen Knospenwickler, ferner den Baumweißling und den bekannten Apfelblütenstecher (C. pomorum). Die Räupchen der letzteren (die sog. „Brenner") zerfressen die Staubgefäße, worauf die Blumenblätter braun werden. Sehr übel wirthschaften auch die gelben schwarzköpfigen Afterräupchen der Birngespinnstblattwespe (Lyda pyri). Sie halten leider, gleich vielen andern Blattfressern, in ihren kothreichen, von Ast zu Ast sich fortspinnenden Hängematten getreulich zusammen. Das frühzeitige und oft massenhafte Abfallen der eingeschrumpften haselnußgroßen Birnfrüchte ist das Werk von Gall- und Trauermückenmaden. Die fleischrothen Raupen des Apfelwicklers hat der Leser gewiß schon öfter zwischen den Zähnen gehabt. Dieser Apfelgourmand überwintert an der Baumrinde, wo aus „Holzschabseln" entsprechende Hüllen gewoben werden, oder, in der Obstkammer, in Wandritzen.

Eine Anzahl Blattläuse, darunter die Gesellschaften der Blutlaus Aphis lanigera, in dumpfigen Hausgärten einen bartähnlichen Rindenanflug bildend, und die A. mali mit ihren schießpulverartigen an Trieben und Knospen vertheilten Wintereiern, zehren gleichfalls am Apfelbaum.

Zwei eigenthümliche Feinde haben die Pflaumenbäume. Einen kleinen Rüßler (Rh. cupreus), der die Eier in der Nähe des Stielansatzes in die junge Frucht einbohrt, den Stengel abbeißt und so die Wiege ihrer Brut zu Falle bringt. Und dann die Afterraupe der Pflaumensägewespe, welche im Blütenkelch zur Welt kommt, später aber an den Früchten ein großes

mit Unrath gefülltes Loch ausfrißt, aus dem ein ekelhafter Wanzengeruch hervordringt.

Am Kirschbaum lebt wieder einer der unvermeidlichen Rüsselkäfer, der, gleich dem Pflaumenstecher, sein Ei in die noch erbsengroße Frucht legt und den Stiel durchnagt, so daß sie, oft haufenweise, zu Boden fällt.

Die weiße Made, die uns so oft den Genuß der süßesten Kirschen verbittert, wenn wir uns überhaupt einmal auf eine nähere Revision einlassen, ist das Kind der schwarzen Scheckfliege (Musca cerasi).

In den Haselnüssen treibt, wie zu erwarten, wieder ein Rüßler (C. nucum) sein Unwesen. Mit seinem zierlichen, sondenartig gebogenen, fast haardünnen Schnabel schiebt er die Eier tief in die halbgewachsene Nuß zum Kern hinab. Die weiße, braunköpfige Larve vereitelt dann die schönsten Haselnußträume der Kinder.

Hier machen wir gleich darauf aufmerksam, daß selbst die minutiösen Kleesamen vor den scharfen Bohrern der Rüsselkäfer nicht sicher sind. Zu einer traurigen Berühmtheit hat es speciell das „Rothkleespitzmäuschen" (Apion) gebracht.

Wenn man die schlimmsten Kerfe nennt, so denkt Jeder an den Maikäfer. Seine Lieblingsnahrung ist das Laub der Eiche, des Ahorns, der Roßkastanie, der Pflaumen- und Kirschbäume. Letztere stehen nach der Maikäfersaison oft wie Besen da. Nach der Hochzeit, die auf den Bäumen gefeiert wird, gräbt sich das Weibchen finger- bis handbreit in Wiesen-, Acker- oder Waldboden ein und bringt dort seine Eier, in Häufchen von 12 bis 30, unter. Die jungen „Engerlinge" kommen oft schon nach einem Monat zum Vorschein und gehen nun, anfangs meist truppweise, ihrem bekannten Wurzelgräberhandwerk nach, das zahlreichen Kulturgewächsen, besonders Kohl, Rüben, Kartoffeln, Hanf, Getreide, jungen Baumpflanzen ꝛc. das Leben kostet. Im Herbst ziehen sie sich

in die Tiefe, bevor sie noch vom Pflugeisen guillotinirt werden. Der Lenz sieht sie aber wieder in erneuter Thätigkeit. Dies ist ihr zweiter Larvensommer. Am ärgsten wüthen sie aber im dritten. In diesem ziehen sie sich nun einen Meter tief in den Boden hinab und harren in einer gut ausgeglätteten Höhle ihrer Auferstehung. Der Käfer ist schon im Herbst fertig, harrt aber wohlweislich bis zum nächsten Frühjahr aus. Manche können es aber nicht erwarten und zeigen sich noch im selben Jahre der erstaunten Kinderwelt. Zuweilen treten auch Verspätungen ein. Zum Glück für den Landmann hat sowohl der Maikäfer wie sein Engerling zahlreiche Feinde, besonders unter den Vögeln. Ihr gefürchtetster vierfüßiger Tyrann ist der Maulwurf, dessen Hegung behufs der Engerlingjagd leider auch wieder mit vielen Unzukömmlichkeiten verbunden ist. Sonst ist sorgsames Pflügen und Morgens Abschütteln der noch starren Käfer auf Tücher behufs nachheriger Verwendung zu Compost am Platze.

Mit den Heuschrecken, die, mögen sie auch nicht wandernd auftreten, doch stets ihren Zehnt von allen Feldfrüchten sich nehmen, sind wir schon näher bekannt. Minder dagegen mit den oft entsetzlichen Verwüstungen der Wintersaateneulen- oder Erdraupe (Noctua segetum). Den Winter verbringt sie einzeln in der Erde und verpuppt sich im Mai, wenn sie also ihr Werk, die Zerstörung der Getreide-, Raps-, Rübensaaten ꝛc., bereits erfüllt hat. Es ist schwer mit diesem häßlichen Uebelthäter fertig zu werden.

Fig. 102.
Der Palmnußkäfer (Bruchus bactris L.) aus Brasilien, mit dem zugehörigen Fraßstück; letzteres auf 1/1 verkleinert. Wiener Hofmuseum.

Die grünen, weißliniirten Raupen der Gammaeule, die zwei, bisweilen auch drei Sommergenerationen zählt, können sich an Schädlichkeit dreist mit den Erdraupen messen.

Viele ganz specielle Feinde haben Raps, Rüben und Kohlpflanzungen. Da ist zur Abwechslung wieder ein kleiner Rüßler (C. chloris), dessen weiße, gelbköpfige Made im Mark der Stengel und des Wurzelstockes haust, wo der Käfer auch meist den Winter zubringt. Die Larven eines zweiten Schnabelkäfers (C. sulcicollis) erzeugen warzenartige Auswüchse an den Wurzeln, während das Mutterkerf in den Schoten und Blättern bohrt und nagt. Ein dritter Hauptfeind ist der Rapsglanzkäfer (Nitidula aenea), der es vornehmlich auf die Staubgefäße abgesehen hat, während sich die Larve mit der fleischigen Schotenhülle befaßt. Eine überaus muntere und zahlreiche Kohlfresserbande ist das Geschlecht der kleinen, theils blauen, theils grünlichen Erdflohkäfer. Sämlinge werden ganz, Blätter bis aufs Gerippe aufgefressen. Aus den grünen, häufchenweise auf Blätter gelegten Eiern kommen räupchenartige Larven hervor, die sich aufs Miniren des Laubes verlegen, später aber auch in die Blattstiele und Stengel überwandern. Man rückt ihnen mit eigenen Maschinen, Bretter mit Theer bestrichen, zu Leibe.

Natürlich stellen auch die Falter ihr Contingent. Die Raupen dreier Weißlinge (großer und kleiner Kohl- und Rübsaatweißling) sind in Aller Erinnerung. Schreiber denkt nicht ohne Abscheu an jene Kindertage zurück, wo ihn sein liebes Mütterchen, mit zwei Holzschäufelchen bewaffnet, gegen die Kohlraupen ins Feld schickte. Ein paar Eulenraupen (Noctua oleracea nnd brassicae) sind gleichfalls bei der Hand; die der letzteren entziehen sich aber jeder Verfolgung, indem sie als sog. „Herzwürmer" im Innern der Kohlköpfe ihre Wohnung aufschlagen.

Seltsame Sitten haben die gelb- und graugestreiften Raupen des Rübsaatpfeifers (Pyralis margaritalis). Sie spinnen mehrere Schoten zusammen und nagen von Stelle zu Stelle ein Loch aus, als ob sie sich eine Flöte machen wollten (Fig. 103). Ein schönes, aber nichtsdestoweniger mit dem allgemeinen Makel ihres Geschlechtes behaftetes Kerf ist die Kohlwanze. Daß es auch eine eigene Kohlfliege (M. brassicaria) gibt, deren Made knollige Auftreibungen der Wurzeln verursacht, läßt sich denken.

Fig. 103.
Vom Rübensaatpfeifer (Pyralis margaritalis) ausgefressene Schoten, nat. Gr.

Ein paar exquisite Feinde besitzt auch die Runkelrübe. Da ist zunächst einer, von dem man so etwas am wenigsten vermuthen möchte: der schwarze Aaskäfer. Seine gewöhnliche Kost sind bekanntlich Aeser, auch wohl Nacktschnecken, die er unter dem Moos erwischt; er verschmäht aber auch das Grüne nicht. Ein ausschließlicher und heimtückischer Runkelrübengast ist aber seine flache, überaus schnellfüßige Larve, die hauptsächlich Nachts auf die Weide geht. Oft sind auf ganzen Feldern die Runkelrübenblätter skelettirt. Dies ist die That des nebeligen Schildkäfers (Cassida nebulosa), dessen sonderbare Larven auf den Feldunkräutern hausen, weshalb das fleißige Ausjäten nicht überflüssig ist. Auch eine eigene, in vielen Generationen auftretende Runkelfliege (Musca conformis Fall.) gibt es. Ihre Maden, aus kleinen Eibündeln ausschlüpfend, miniren in den Blättern.

Mancherlei Kostgänger haben die Hülsengewächse. Einer der bekanntesten, der es mit der Pflanzenart nicht so genau nimmt, ist der liniirte Graurüßler (C. lineatus). Sie zacken die Blätter *aus*.

Viel haben besonders die Erbsenpflanzen auszustehen. Mit den Samen selbst beschäftigt sich wieder ein rüßlerartiges Kerf, der Erbsenkäfer (Bruchus pisi), den die Hausfrauen oft genug zu sehen kriegen, wenn sie die Erbsen ans Feuer setzen. Wenn sich die Larve verpuppt, schließt sie das Bohrloch mit einem Deckel. Die Raupen des Erbsenwicklers leeren und verunreinigen die Hülsen in toto. Auch Blattläuse stellen sich ein; sie verursachen den bekannten Honigthau.

Ein Verwandter des Erbsenbohrers, Bruchus granarius, treibt sein Gewerbe an den Bohnen, läßt jedoch meist den Keimling unberührt.

Unter den Hopfenfeinden sind die ärgsten die Raupen des Hopfenwurzelspinners (B. humuli).

Die Reihe kommt nun an die Getreideverwüster. Deren gibt es zwar nicht sehr viele, aber äußerst heimtückische.

Der Inbegriff alles Schlimmen ist die Larve des Saatschnellkäfers, der den gelben Mehlkäferlarven ähnliche Drahtwurm. Es sind Radikale, sie fressen die Wurzeln ab — und die Folge davon ist traurig genug; denn oft muß der Acker neu bestellt werden.

In den Halmen verschiedener Getreidearten wirthschaften die weißen Larven einer Wespe, Cephus pygmaeus. Ein sehr berüchtigter Getreideverwüster, dem leider kaum beizukommen, ist die kleine Fritfliege. Aus den Wintersaaten kommt sie, zeitlich im Frühjahr, auf die jungen Sommerpflanzungen, um dort, an die Unterseite der Blattfahnen, ihre röthlichen Eier abzulegen. Die Maden fressen sich dann in die Halme ein. Wie es scheint, folgen mehrere Generationen.

Auch die meisten anderen Getreideschänder gehören zum Fliegengeschlecht. Da ist die scheckfüßige Weizenfliege (M. taeniopus) mit ganz eigener Industrie. Die jungen Larven nagen unterhalb der Aehre eine am Halm herablaufende

ausgewachsenen Müttern etliche Junge und eine größere Zahl Eier. Die Wurzelläuse, nach Manchen von den Gallenbewohnern etwas verschieden, also eine besondere Abart, hausen häufchenweise in den Rissen der bald knotig und faulig werdenden Rinde, ihren langen Saugrüssel bis ans Heft in die Rebe bohrend. Hier legen die Läuse alle zwei Tage, die ganze schöne Jahreszeit hindurch, bei zwanzig Eier, die meist schon nach einer Woche wieder Junge und in nicht allzu langer Zeit, nachdem sie ein paar Häutungen überstanden und beträchtlich gewachsen sind, wieder jungfräuliche Mütter geben. Die gesammte einjährige Nachkommenschaft einer „Märzlaus" würde sich nach vorgenommenen einfachen Progressionsrechnungen auf das hübsche Sümmchen von — 25 Milliarden belaufen. Unter solchen Umständen begreift man das Bedürfniß nach gelegentlicher Auswanderung, wobei die Läuse gleich Ameisen über den Boden laufen, mit ihren schreibfederartig zugeschnittenen und mit eigenen mikroskopischen Haarpapillen besetzten Fühlern sich orientirend.

Die geflügelten und relativ langbeinigen Reblausmütter gesellen sich von Mitte Juli an den ungeflügelten bei. Geflügelten Samen ähnlich, werden sie und damit die Seuche durch den Wind immer weiter und weiter verbreitet. Wie weit, das wird die Zukunft lehren.

Nach den neuesten Beobachtungen Balbiani's und Dr. Rösler's in Klosterneuburg wären diese geflügelten „Zigeuner", welche bei Wien aber erst im Oktober erscheinen, die Schlußgeneration. Sie legen nur wenige, aber für die ganze Reblausgenealogie hochbedeutsame Eier. Aus diesen kommen nämlich die legitimen Stammhalter, und zwar aus den größeren die Weibchen, aus den kleineren die Männchen. Letztere sind bloß ephemere Geschlechtsorganismen, denn es fehlen ihnen Rüssel und Darmkanal. Sofort nach Befruchtung der Weibchen sterben sie. Letztere, also die Stammmütter,

aber ein paar specielle Wiesengäste, wie die Lolch- und Graseulen, die oft ganze Fluren kahl weiden.

Zum Beschlusse nun noch die Feinde des Weingartens. Drei davon, nämlich der Rebenschneider (Lethrus cephalotes), der mit seiner Kieferzange die Rebenschosse und Knospen abzwickt; ferner der Rebenstecher (Rhynchites betuleti), der zierliche Streifen aus den Blättern herausnagt, sowie endlich die Raupen des Traubenwicklers (Tortrix uvana), die in der ersten Generation (Heuwurm) die Blüten, in der zweiten (Sauerwurm) die Beeren zusammenspinnt, sind schon alte Bekannte.

Ein New-Yorker Entomologe, Asa Fitch, hat aber im Jahr 1854 einen neuen Rebenfeind entdeckt, von dem man, angesichts der vielen Commissionen, die zu seinem Studium schon zusammentraten, und in Bezug auf den hohen Preis, der auf sein Leben gesetzt ist, wohl sagen kann, daß es gegenwärtig, trotz seiner höchst unansehnlichen Erscheinung, das berühmteste Insekt sei. Es ist die Rebwurzellaus, Phylloxera vastatrix Planch, deren jüngste furchtbare Verwüstungen, zumal in den Weinbergen Frankreichs, auch dem verstocktesten Teleologen die Augen öffnen müssen. Oder liegt es vielleicht im Plane der „Weltökonomie", daß sich die Menschen vom Jahr 1870 des Heiles an das Weintrinken abgewöhnen sollen? —

Von unserem minutiösen „nadelstichgroßen" Kapitalfeind kannte man lange Zeit nur das weibliche Personal, davon aber zwei Sorten: ungeflügelte, die große Majorität, und geflügelte, die verschwindende Minorität. Erstere sind wieder in zwei Lager getheilt; wir nennen sie ganz lakonisch die Blattgallen- und die Wurzelweibchen.

Die durch den Anstich der Laubgallenläuse verursachten Geschwülste sind nach der Unterseite der allmälig vergilbenden Blätter röthlich haarige, nach der oberen sich in eine Spalte öffnende warzige, kesselartige Auswüchse, die förmliche Familienhäuschen vorstellen. Sie beherbergen nämlich nächst einigen

ausgewachsenen Müttern etliche Junge und eine größere Zahl Eier. Die Wurzelläuse, nach Manchen von den Gallenbewohnern etwas verschieden, also eine besondere Abart, hausen häufchenweise in den Rissen der bald knotig und faulig werdenden Rinde, ihren langen Saugrüssel bis ans Heft in die Rebe bohrend. Hier legen die Läuse alle zwei Tage, die ganze schöne Jahreszeit hindurch, bei zwanzig Eier, die meist schon nach einer Woche wieder Junge und in nicht allzu langer Zeit, nachdem sie ein paar Häutungen überstanden und beträchtlich gewachsen sind, wieder jungfräuliche Mütter geben. Die gesammte einjährige Nachkommenschaft einer „Märzlaus" würde sich nach vorgenommenen einfachen Progressionsrechnungen auf das hübsche Sümmchen von — 25 Milliarden belaufen. Unter solchen Umständen begreift man das Bedürfniß nach gelegentlicher Auswanderung, wobei die Läuse gleich Ameisen über den Boden laufen, mit ihren schreibfederartig zugeschnittenen und mit eigenen mikroskopischen Haarpapillen besetzten Fühlern sich orientirend.

Die geflügelten und relativ langbeinigen Reblausmütter gesellen sich von Mitte Juli an den ungeflügelten bei. Geflügelten Samen ähnlich, werden sie und damit die Seuche durch den Wind immer weiter und weiter verbreitet. Wie weit, das wird die Zukunft lehren.

Nach den neuesten Beobachtungen Balbiani's und Dr. Rösler's in Klosterneuburg wären diese geflügelten „Zigeuner", welche bei Wien aber erst im Oktober erscheinen, die Schlußgeneration. Sie legen nur wenige, aber für die ganze Reblausgenealogie hochbedeutsame Eier. Aus diesen kommen nämlich die legitimen Stammhalter, und zwar aus den größeren die Weibchen, aus den kleineren die Männchen. Letztere sind bloß ephemere Geschlechtsorganismen, denn es fehlen ihnen Rüssel und Darmkanal. Sofort nach Befruchtung der Weibchen sterben sie. Letztere, also die Stammmütter,

sollen bis 80 Eier legen, aus denen dann die jungfräulich gebärenden oder „erblich befruchteten" Weiber hervorgehen.

Die Reblaus, welche bekanntlich kein einheimisches, sondern ein aus Amerika importirtes Kerf ist, zeigt uns, wie die Kulturverhältnisse eines Landes, ja eines ganzen Erdtheiles durch „auswärtige" Feinde geschädigt und, wenn die Phylloxera-Verheerungen in diesem Maße fortschreiten, auch verändert werden können.

Sowie uns aber eine elende Blattlaus dazu zwingen kann, den Weinbau, um ihrer sicher los zu werden, wenigstens auf einige Zeit einzuschränken — und wer weiß übrigens, ob diese Kerfe dann nicht andere Pflanzungen bedrohen? — so kann der Coloradokäfer, der schon seit Langem in den Vereinigten Staaten die großartigsten Verwüstungen angerichtet, und von dessen allmäliger Ausbreitung im Herzen Deutschlands der Telegraph tagtäglich neue beunruhigende Nachrichten bringt, möglicherweise eine andere noch wichtigere Kultur, an deren Gedeihen das Leben von Hunderttausenden hängt, nämlich den Kartoffelbau gefährden.

B. Nutzen der Insekten.

Die Vortheile, welche uns von den Kerfen kommen, sind theils mittel-, theils unmittelbare, und werden namentlich die ersteren häufig für viel zu gering angeschlagen. Allerdings ist die für uns nutzbringende Arbeitsleistung dieser Geschöpfe, insofern sie sich z. B. auf die Lockerung und Düngung des Ackerlandes, dann auf die Ausrottung gewisser Unkräuter, auf die Befruchtung verschiedener Kulturgewächse, z. B. des Klees, dann auf die Säuberung des Bodens u. s. w. bezieht, nicht leicht in Zahlen auszudrücken; das Eine aber muß man doch einräumen, daß gewisse dieser Dienste durch Menschenhände theils gar nicht, theils nur sehr unvollkommen verrichtet wer-

den könnten, wir somit allen Grund haben, die Mithilfe dieser unbezahlten Arbeiter dankbar anzuerkennen.

Welchen enormen Nutzen bringen uns aber gewisse Insekten durch die Vertilgung ihrer schädlichen Brüder! Er ist äquivalent dem riesigen Schaden, welchen die betreffenden Pflanzenfresser anstellen würden, wenn sie nicht rechtzeitig vernichtet würden.

Die Raubkerfe und Schlupfwespen sind in der That die Erhalter, die Schirmvogte der Vegetation und damit unsere ersten Bundesgenossen im Kampfe mit der belebten Natur.

Da aber von diesem mittelbaren Nutzen der Kerfe schon früher die Rede war, gehen wir gleich auf die direkten Vortheile über, die sie uns bringen.

Nun und welcher Nutzen wäre unmittelbarer als der, den sie uns als Speise gewähren? Doch der Leser wird lächeln. Nichtsdestoweniger ist es eine vielseitig verbürgte Thatsache, daß ganze Völkerschaften zeitweilig fast ausschließlich nur Insekten essen.

Wir wollen jetzt nicht daran erinnern, daß die Römer die mit seinem Mehl gemästeten Cossus-Raupen für Leckerbissen hielten, daß die Griechen nach Aelian die großen Cicaden bundweise auf den Markt brachten, daß ferner die fetten, milchigen Larven des Palmweibels und gewisser Holzbockkäfer (z. B. C. damicornis und cervicornis) in Westindien geröstet werden, während die praktischen Chinesen, „die Nichts wegwerfen", sogar die aus dem Cocon befreiten Seidenspinnerpuppen auf die Tafel bringen; das sind, wird man sagen, vereinzelte Geschmacksverirrungen. Wir müssen aber constatiren, daß die Wanderheuschrecken, so wie ehemals bei den als Acridophagi geschmähten Parthern, noch heutzutage in gewissen Wüstengegenden eines der wichtigsten Nahrungsmittel ausmachen und sowohl, gleich den Termiten, roh als auf die verschiedenste Weise zubereitet, gesotten, geröstet oder zu Mehl

wurden. Die Cochenille-Kultur wurde in Mexico bereits im 16. Jahrhundert vorgefunden. Gegenwärtig bestehen namentlich in Oaxaca großartige „Nopalerieen". Der Anbau geschieht durch Steckreiser, auf welche dann die „Saat" (Semilla) in eigenen Nestern übertragen wird. In guten Jahren liefert die Pflanze das Cochenille schon nach drei Jahren. Getödtet werden die Kerfe theils durch siedendes Wasser, theils indem man sie haufenweise der Sonnengluth aussetzt. Der jährliche Ertrag der Cochenille belief sich zu Humboldt's Zeiten in Südamerika allein auf über drei Millionen Gulden.

Ein überaus wichtiges Kerfprodukt ist der von mehreren indischen Coccus-Arten gelieferte Lack. Roh gebraucht man den „Zweiglack" in seiner Heimat zu Schmuckgegenständen, dann, mit Sand vermengt, zu Schleifsteinen und nebstbei noch zur Tintenbereitung. Die einzelnen Raffinirungsstadien desselben heißen: Stück-, Körner-, Klumpen- und Schell-Lack. Den Werth desselben zu verschiedenen technischen Zwecken kennt der Leser. Uebrigens soll aus ihm auch ein rother Farbstoff gewonnen werden.

Den Vorschlag Reaumur's, den oft gar malerischen Koth der Kleidermotten zum Färben zu benutzen, scheint noch Niemand realisirt zu haben.

Ein hochwichtiger Handelsartikel ist das Wachs, das die Insekten liefern, zu dem jedoch, wie zu sämmtlichen von diesen Thieren herrührenden Produkten in letzter Linie die Pflanzen den Rohstoff liefern.

Das meiste thierische Wachs bereitet bekanntlich die Honigbiene, nächst der Seidenraupe und den Cochenillläusen das einzige Kerf, das der Mensch im großen Maßstab kultivirt und ausbeutet.

Bezeichnend sowohl für die Einträglichkeit dieses Artikels als für die Frömmigkeit der Spanier ist es, daß nach

Eine hohe Bedeutung haben hingegen selbst noch heutzutage, wo die organischen Pigmente immer mehr von den mineralischen verdrängt werden, die farbstofflieferndeu Kerfe.

Sowohl für die Tinte- als für die Gerbstoff-Industrie im Allgemeinen sind in erster Linie die von den bekannten kleinen Wespchen herrührenden, theils im reifen (blauen), theils im unreifen (weißen) Zustand in den Handel gebrachten Galläpfel zu nennen, von welchen jährlich, zumal aus Smyrna und Aleppo und dann aus Ostindien viele Schiffsladungen nach Europa kommen.

Manche unserer schönsten auf die Organisation der Insekten bezüglichen mikroskopischen Präparate verdanken bekanntlich ihre Klarheit der Färbung mit einem Stoffe, den die Kerfe selbst beistellen, dem Karmin.

Es gibt hauptsächlich dreierlei solcher insektischer Scharlachpigmente.

Zunächst das Kermes (oder Alkermes, κόκκος), herrührend von einer kleinen Schildlaus (Coccus ilicis), die auf dem Quercus coccifera, namentlich im südlichen Frankreich sehr häufig ist. Mit diesem schönen Roth wurden ehemals die berühmten Brüsseler Tapeten tingirt.

Den zweiten Farbstoff liefern die sog. polnischen Scharlachkörner. Sie stammen von Coccus polonicus, welche an den Wurzeln eines bekannten Unkrautes, des Scleranthus perennis L., lebt. Damit färbten einst die Türkinnen ihre Nägel.

Von allen das werthvollste und verbreitetste ist endlich das Cochenille. Auf einer cactusähnlichen Feigenpflanze, dem Nopal, lebt eine besondere Art Schildlaus (Coccus cacti), deren im trockenen Zustande rothen, runzeligen Körnern ähnliche Weibchen ihrer Gestalt und Unbeweglichkeit halber in der That eher Pflanzensamen als Insekten gleichen und auch wirklich bis in die neuere Zeit für solche gehalten

wurden. Die Cochenille-Kultur wurde in Mexico bereits im 16. Jahrhundert vorgefunden. Gegenwärtig bestehen namentlich in Oaxaca großartige „Nopalerieen". Der Anbau geschieht durch Steckreiser, auf welche dann die „Saat" (Semilla) in eigenen Nestern übertragen wird. In guten Jahren liefert die Pflanze das Cochenille schon nach drei Jahren. Getödtet werden die Kerfe theils durch siedendes Wasser, theils indem man sie haufenweise der Sonnengluth aussetzt. Der jährliche Ertrag der Cochenille belief sich zu Humboldt's Zeiten in Südamerika allein auf über drei Millionen Gulden.

Ein überaus wichtiges Kerfprodukt ist der von mehreren indischen Coccus-Arten gelieferte Lack. Roh gebraucht man den „Zweiglack" in seiner Heimat zu Schmuckgegenständen, dann, mit Sand vermengt, zu Schleifsteinen und nebstbei noch zur Tintenbereitung. Die einzelnen Raffinirungsstadien desselben heißen: Stück-, Körner-, Klumpen- und Schell-Lack. Den Werth desselben zu verschiedenen technischen Zwecken kennt der Leser. Uebrigens soll aus ihm auch ein rother Farbstoff gewonnen werden.

Den Vorschlag Reaumur's, den oft gar malerischen Koth der Kleidermotten zum Färben zu benutzen, scheint noch Niemand realisirt zu haben.

Ein hochwichtiger Handelsartikel ist das Wachs, das die Insekten liefern, zu dem jedoch, wie zu sämmtlichen von diesen Thieren herrührenden Produkten in letzter Linie die Pflanzen den Rohstoff liefern.

Das meiste thierische Wachs bereitet bekanntlich die Honigbiene, nächst der Seidenraupe und den Cochenillläusen das einzige Kerf, das der Mensch im großen Maßstab kultivirt und ausbeutet.

Bezeichnend sowohl für die Einträglichkeit dieses Artikels als für die Frömmigkeit der Spanier ist es, daß nach

Humboldt aus Cuba jährlich Bienenwachs im Werthe von 90,000 Pfd. St. nach Südamerika lediglich zur Fabrikation der Kirchenkerzen ausgeführt wurde. Der Gesammtexport aus Cuba allein betrug gegen zwei Millionen Gulden.

Vieles Wachs liefern übrigens auch mehrere exotische Coccus-Arten. So eine chinesische, welche bedeutende Harzausschwitzungen auf mehreren Bäumen verursacht. Die spitzhutartigen Wachssecrete einer in Dalmatien auf dem Oelbaum vorkommenden zeigt beistehende Figur.

Fig. 105.
Stück Olivenzweig, inkrustirt mit wachsausschwitzenden Schildläusen (Ceroplastes rusei L.), nat. Gr. Wiener Hofmuseum.

Nebstdem gibt es in Chile eine massenhaft auf gewissen Origanumarten lebende Raupe, die an den betreffenden Pflanzen Harzflüsse verursacht.

Nicht minder werthvoll wie das Wachs ist der Honig, den uns die Bienen geben, und behufs dessen Gewinnung diesen Insekten schon in alter Zeit große Aufmerksamkeit gewidmet wurde.

Sowie die heutigen Aegypter auf dem Nil ganze Karawanen von Bienenstöcken haben, die sie, je nach der Jahreszeit, Fluß auf oder ab führen, brachten auch die Griechen häufig ihre Pflegebefohlenen aus Achaia auf die attischen Berge in die Sommerfrische.

Der Honigertrag ist in gewissen Gegenden ein äußerst beträchtlicher, wie denn z. B. nach Kirby in manchen Distrikten Südrußlands und Spaniens die Bauern mehr aus ihren Bienenstöcken als aus den Kornpflanzungen ziehen.

I. Vergleichende Entwicklungsgeschichte.

ergleichende Entwicklungs-
geschichte.

I. Theil.

Entwicklung im Ei (Embryogenese).

Das „omne vivum ex ovo“ gilt zwar nicht mehr für alle Thiere ganz ausnahmslos, aber doch noch für die Insekten, insoferne kein solches Geschöpf bekannt ist, das nicht aus einem wahren Ei oder doch aus einem eiartigen Gebilde hervorginge.

Fig. 106. Amöboidzellen.
Das helle Bläschen im Innern ist der Kern (mit dem „Kernkörperchen“).

Unter einem Ei aber verstehen wir in gestaltlicher Beziehung nichts Anderes als eine „Zelle“, deren „Kern“ (Fig. 106) als Keimbläschen und deren Inhalt als Keimprotoplasma oder Dotter bezeichnet wird *).

*) Nach neuern Untersuchungen erscheint das Centralgebilde des Eies unter eigenthümlichen Veränderungen nach einander in folgenden drei Zuständen: 1) (am unreifen Ei) als Keimbläschen (i. e. S.), 2) (am reifen Ei nach Ausstoßung der sog. Richtungskörper) als Eikern und endlich 3) (nach der Copulation mit dem Kern der Samenzelle) als Furchungskern. Im Folgenden beziehen wir uns stets auf den letztgenannten Zustand.

Obwohl nun das Ei, nach der gegebenen Definition, zu den allereinfachsten Lebensgebilden gehört, so spricht sich, in gewissem Sinne, doch schon an ihm die Mannigfaltigkeit der thierischen Natur aus; die Eizellen der verschiedenen Thiere sind nämlich, analog wie die Samenzellen, schon ihrer äußeren sichtbaren Erscheinung nach oft sehr verschieden.

Manche niedere Thiere, wie z. B. die Schwämme, die Hydren u. A., haben Eier, die nicht bloß den Keim eines aktiven Lebens in sich tragen, sondern die selbst schon ein wahres Lebendiges sind. Sie gleichen mit Einem Worte den sicher allen Lesern bekannten Amöben (Fig. 106), deren nackter Protoplasmakörper beständig seine Form wechselt, durch improvisirte Ausstülpungen, sog. Wurzelfüße, sich, wenn auch langsam, bewegt, sowie durch Aufnahme und Assimilirung fremder Stoffe sich vergrößert oder wächst. Solche Eier nennen wir daher amöboide Ur-Eier.

Die Eier vieler anderer (niederer und höherer) Thiere und auch die des Menschen gleichen hinsichtlich der äußern Beschaffenheit des Keimprotoplasmas fast vollständig den genannten, nur ist letzteres (Fig. 107 a) in einer mehr oder weniger dicken Hülle eingeschlossen. Solche Keime nennen wir eingekapselte oder encystirte Ur-Eier.

Fig. 107.

Eizelle des Menschen, unbefruchtet, 250 mal vergrößert.
a Eihülle, b Dotter, c Keimbläschen mit dem Keimflecke.

Beiderlei Ureier, die nackten und beweglichen sowie die eingekapselten und unbeweglichen, haben vor Allem auch das Gemeinsame, daß die Masse ihrer Substanz eine verhältnißmäßig geringe, ja meist eine mikroskopisch kleine ist und daß die letztere durch und durch

relativ gleichartig oder homogen erscheint. Da ferner bei diesen Eiern in der Regel der gesammte Inhalt direkt zur Bildung des Embryo verwendet wird, so nennt man ihn auch Bildungsdotter.

Nun gibt es noch Eier — der Leser denke an ein Straußen- oder Hühnerei — welche im Verhältniß zu den Ureiern und überhaupt zu der Normalgröße einer einfachen Zelle so riesige Dimensionen haben, daß man schon a priori auch eine andere Zusammensetzung beziehungsweise Entstehung annehmen muß.

Und in der That weiß jeder Leser, der einmal den traubigen Eierstock einer Henne gesehen, daß es dort sehr verschiedene Eier gibt und daß auch die ganz reifen Eierstockeier ganz anders als die gelegten aussehen, indem u. A. das sog. Eiweiß erst später, bei der Wanderung durch die Eileiter, aus besonderen Drüsen hinzukommt.

Solche nachträglich noch durch Beimischung anderer Zellen oder gewisser Absonderungen von solchen vergrößerte Eier nennt man Nach- oder Misch-, auch wohl, wenn sie aus mehreren ganzen und echten Zellen entstanden, zusammengesetzte Eier, und den Inbegriff aller dieser in das Urei nachträglich aufgenommenen, meist durch ihren Reichthum an Fett und durch eigenartige Formtheile ausgezeichneten Substanzen Nahrungsdotter (Deutoplasma).

Letzteres deswegen, weil derselbe nicht direkt als Baumaterial verwendet wird, sondern nur allmälig von den eigentlichen Bildungselementen als Nahrung aufgenommen wird.

Nun, um endlich auf unser eigentliches Thema zu kommen, zu welcher Kategorie gehören die Insekteneier?

Um diese sowie auch deren Entwicklung kennen zu lernen, empfehlen wir dem Leser zur Maikäfersaison solche Thiere in

größerer Menge mit einem beblätterten Baumzweig in einen geeigneten Käfig zu sperren. Von einer gewissen Zeit an wird er dann alle Morgen den Boden desselben mit perlförmigen Eiern bestreut finden, die der Leser wahrscheinlich nicht so groß erwartet hat. Dies läßt schon auf Racheier schließen. Zerdrückt er nun ein solches auf einer Glasplatte, so sieht er eine dickliche, milchige Flüssigkeit, und unterm Mikroskop zeigt letztere das Bild eines klaren (eiweißreichen) Fluidums, in welchem aber außer unzähligen Fetttröpfchen noch besondere körnige Kügelchen, schwimmen, die bei andern Insekten oft schön grün, gelb, roth u. s. w. gefärbt sind.

Daß man es aber hier wirklich mit wahren Mischeiern zu thun hat, offenbart sich am schönsten, wenn man deren Entstehung im Eierstock untersucht.

Da sieht man zu oberst in der röhrenförmigen Bildungsstätte kleine Kerne, die Keimbläschen, nur mit einem ganz kleinen Plasmahof. So entsteht das nackte und wie es scheint z. Th. auch bewegliche, also amöboide Urei.

Indem selbes nun in der Eiröhre allmälig abwärts rückt, vergrößert sich sein Plasmaleib auf Kosten und z. Th. unter Einverleibung der umgebenden Zellen, und es kommen nach und nach auch die gewissen Fetttropfen und Dotterkügelchen zum Vorschein, über deren Ursprung man allerdings noch lange nicht im Klaren ist. —

Auf diese Art nimmt also das Urei, indem es sich so zu sagen mit Nahrungsdotter mästet oder verproviantirt, ganz successive die Natur eines wahren Mischeies an.

Da der Nahrungsdotter offenbar nichts Anderes als einen gewissen Ueberschuß aus dem Nährmittelfond des Mutterthieres darstellt, so versteht sich wohl von selbst, daß die relative Menge desselben, je nach den Ernährungsverhältnissen des letzteren,

sowohl bei einer und derselben Kerfart als auch bei verschiedenen Species z. Th. eine sehr wechselnde ist.

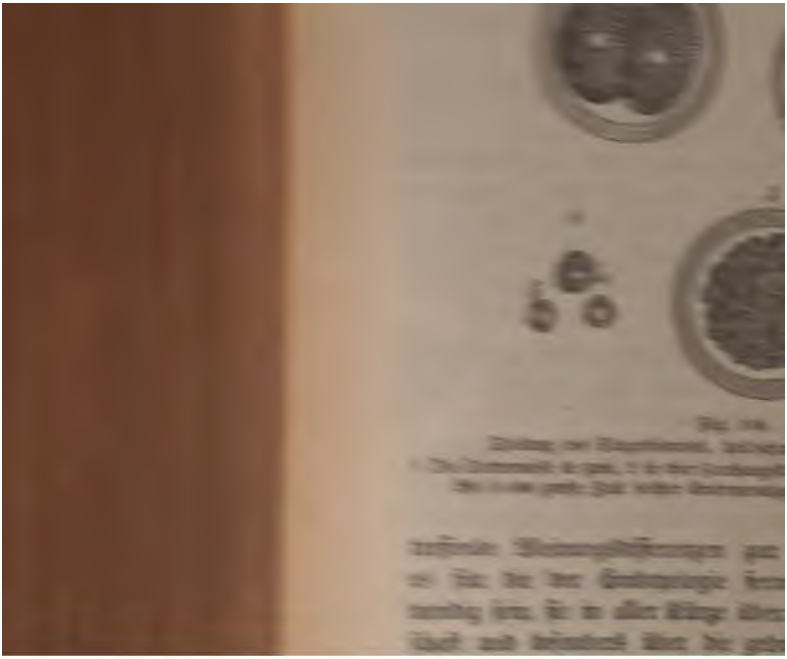
Das Wichtigste ist aber der Umstand, daß die nun zu erörternde weitere Veränderung oder Entwicklung des Eikörpers gar sehr von der Menge und z. Th. wohl auch von der Beschaffenheit dieses Nahrungsdotters sich abhängig zeigt.

Erste Veränderung des Dotters, Bildung der ersten Embryonalzellen und der Keimblase.

Da der im Ei zu bildende (embryonale) Insektenkörper wie jeder höhere Organismus aus zahlreichen Elementartheilen, sog. Zellen, besteht, während das Ei nur eine einzige wenn auch häufig außerordentlich große Zelle darstellt, so handelt es sich jedenfalls zunächst darum, aus dieser einen Zelle mehrere andere zu erzeugen.

Aber schon bei diesem ersten Vorgang scheinen sich, wenigstens nach der bisherigen Auffassung, die einfachen und die Mischeier sehr ungleich zu verhalten.

Bei den Ureiern beruht die Sache meist auf einer einfachen Theilungserscheinung (Fig. 108). Zuerst sondert sich der Dotter unter vorhergehender Theilung des Kerns durch eine immer tiefer einschneidende Ringfurche in 2 (F. 1), dann durch eine erstere kreuzende in 4 (F. 2) und durch weitere Halbirungen in 8, 16, 32, 64 u. s. w. Theilstücke oder „Furchungskugeln", und so entsteht zuletzt aus der einfachen Eizelle ein maulbeerartiger Klumpen („Morula") kleinerer, aber unter sich ähnlicher Zellen, die ersten Bau- oder Grundsteine, mit welchen das Fundament des künftigen Thieres aufgerichtet wird. Dies nennt man nun die totale Furchung, und müssen wir dieselbe, abgesehen von ihrer Einfachheit, schon deshalb für die ursprünglichste und älteste ansehen, weil sie vornehmlich auch die niedersten Zellthiere auszeichnet.



O. Grimm, sowie, in Amerika, A. G. Packard besonders hervorragen.

Alle diese wählten für ihre Studien am liebsten möglichst durchsichtige Eier, an denen sie, ohne erst mühsame Zergegungen machen zu müssen, die wesentlichsten Phasen der Entwicklung ganz bequem und im gehörigen Zusammenhang überschauen konnten.

Sowie man aber z. B. von einem Gebäude, selbst wenn das ganze Dach- und Fachwerk aus Glas bestünde, bei äußerlicher Betrachtung und selbst von verschiedenen Gesichtspunkten aus, ohne zugleich einige Auf- und Durchrisse zu kennen, keine vollkommen richtige Vorstellung über den Zusammenhang der inneren Gemächer erhalten würde, so war und ist es auch mit dem vielzelligen Gebäu des im Ei sich bildenden Insektenkörpers. Ueber das Aeußerliche, über die Modellirung des Embryo, sowie über manche gröbere innere Verhältnisse geben die genannten Arbeiten, namentlich die von Weismann und Zaddach, die klarsten und übereinstimmendsten Begriffe; sie führen aber nicht selten zu vielfach einander widersprechenden Vermuthungen und Analogien, wo es sich um den Kern der Sache, um die Erkenntniß des inneren Zusammenhanges, um die Bildung und gegenseitige Beziehung der embryonischen Elementartheile handelt.

Die Unzulänglichkeit dieser Untersuchungsweise — denn Methode kann man dies nicht nennen — macht sich nun gerade bei der Beurtheilung der in Rede stehenden Vorgänge am meisten fühlbar.

Was man bei continuirlicher Beobachtung möglichst durchsichtiger Kerseier, z. B. jener von Chironomus nach dem üblichen Verfahren bisher erkannt hat, das ist, nach Weismann, auf Fig. 109 zu sehen.

In A hat man (mit Hinweglassung der Hüllen) das noch ganz unentwickelte und wegen der gelben Dotterkügelchen

größerer Menge mit einem beblätterten Baumzweig in einen geeigneten Käfig zu sperren. Von einer gewissen Zeit an wird er dann alle Morgen den Boden desselben mit perlförmigen Eiern bestreut finden, die der Leser wahrscheinlich nicht so groß erwartet hat. Dies läßt schon auf Nacheier schließen. Zerdrückt er nun ein solches auf einer Glasplatte, so sieht er eine dickliche, milchige Flüssigkeit, und unterm Mikroskop zeigt letztere das Bild eines klaren (eiweißreichen) Fluidums, in welchem aber außer unzähligen Fetttröpfchen noch besondere körnige Kügelchen, schwimmen, die bei andern Insekten oft schön grün, gelb, roth u. s. w. gefärbt sind.

Daß man es aber hier wirklich mit wahren Mischeiern zu thun hat, offenbart sich am schönsten, wenn man deren Entstehung im Eierstock untersucht.

Da sieht man zu oberst in der röhrenförmigen Bildungsstätte kleine Kerne, die Keimbläschen, nur mit einem ganz kleinen Plasmahof. So entsteht das nackte und wie es scheint z. Th. auch bewegliche, also amöboide Urei.

Indem selbes nun in der Eiröhre allmälig abwärts rückt, vergrößert sich sein Plasmaleib auf Kosten und z. Th. unter Einverleibung der umgebenden Zellen, und es kommen nach und nach auch die gewissen Fetttropfen und Dotterkügelchen zum Vorschein, über deren Ursprung man allerdings noch lange nicht im Klaren ist. —

Auf diese Art nimmt also das Urei, indem es sich so zu sagen mit Nahrungsdotter mästet oder verproviantirt, ganz successive die Natur eines wahren Mischeies an.

Da der Nahrungsdotter offenbar nichts Anderes als einen gewissen Ueberschuß aus dem Nährmittelfond des Mutterthieres darstellt, so versteht sich wohl von selbst, daß die relative Menge desselben, je nach den Ernährungsverhältnissen des letzteren,

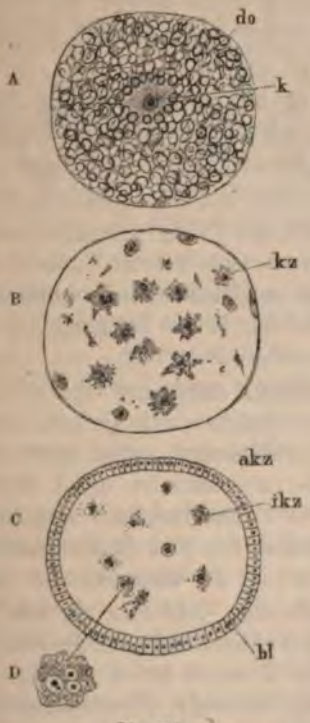


Fig. 110

Schemata zur Erläuterung unserer eigenen Studien über die ersten Bildungsvorgänge im Insektenei.

A 1. Stadium. k Ei- resp. Furchungskern, ringsum ein strahliger Protoplasmahof (nach H. Ludwig's Angaben beim Spinnenei), do Nahrungsdotter, Keimbläschen + Protoplasmahof = Ureizelle.

B 2. Stadium. Viele zerstreute Kerne (dunkle Ringe). Um jeden der Theilkerne ein Protoplasmahof. Ureim-Protoblast. (Nach Schnitten bei Pyrrhocoris und Lina.)

C 3. Stadium. bl Keimhaut (Blastoderm-Periblast), akz äußere Keimzellen, ikz innere Keimzellen (Centroblast), alle relativ zu groß (im Uebrigen genaue Copie nach einem Schnitt von Lina).

D Eine innere Keimzelle von Pyrrhocoris stärker vergrößert mit mehreren bläschenartigen Kernen (s. Binnenkern). (Original.)

Bevor wir nun die einschlägigen Veränderungen am Insektenei vorführen und gewisse gerade diesen Punkt be-

Fig. 108.
Theilung des Säugethiereies, halbschematisch (nach Kölliker).
1 Die Dottermasse in zwei, 2 in vier Furchungskugeln (Zellen) mit Kernen zerfallen. Bei 3 eine große Zahl solcher Embryonalzellen. 4 ab einzelne Kugeln.

treffende Meinungsdifferenzen zur Sprache bringen, wird es für die der Embryologie ferne stehenden Leser nothwendig sein, sie in aller Kürze über den Gang dieser Wissenschaft und besonders über die gebräuchlichen Methoden derselben zu orientiren.

Wie die so merkwürdige spätere Entwicklung der Insekten, so haben auch die in Rede stehenden Vorgänge zahlreiche Beobachter angezogen, unter denen Kölliker, Zaddach, Weismann, Bütschli und dann eine Reihe z. Th. Leukart's und Siebold's Schule angehöriger russischer Forscher, Metschnikoff, Gazin, Brandt, Ulianin,

O. Grimm, sowie, in Amerika, A. G. Packard besonders hervorragen.

Alle diese wählten für ihre Studien am liebsten möglichst durchsichtige Eier, an denen sie, ohne erst mühsame Zerlegungen machen zu müssen, die wesentlichsten Phasen der Entwicklung ganz bequem und im gehörigen Zusammenhang überschauen konnten.

Sowie man aber z. B. von einem Gebäude, selbst wenn das ganze Dach- und Fachwerk aus Glas bestünde, bei äußerlicher Betrachtung und selbst von verschiedenen Gesichtspunkten aus, ohne zugleich einige Auf- und Durchrisse zu kennen, keine vollkommen richtige Vorstellung über den Zusammenhang der inneren Gemächer erhalten würde, so war und ist es auch mit dem vielzelligen Gebäu des im Ei sich bildenden Insektenkörpers. Ueber das Aeußerliche, über die Modellirung des Embryo, sowie über manche gröbere innere Verhältnisse geben die genannten Arbeiten, namentlich die von Weismann und Zaddach, die klarsten und übereinstimmendsten Begriffe; sie führen aber nicht selten zu vielfach einander widersprechenden Vermuthungen und Analogien, wo es sich um den Kern der Sache, um die Erkenntniß des inneren Zusammenhanges, um die Bildung und gegenseitige Beziehung der embryonischen Elementartheile handelt.

Die Unzulänglichkeit dieser Untersuchungsweise — denn Methode kann man dies nicht nennen — macht sich nun gerade bei der Beurtheilung der in Rede stehenden Vorgänge am meisten fühlbar.

Was man bei continuirlicher Beobachtung möglichst durchsichtiger Kerfeier, z. B. jener von Chironomus nach dem üblichen Verfahren bisher erkannt hat, das ist, nach Weismann, auf Fig. 109 zu sehen.

In A hat man (mit Hinweglassung der Hüllen) das noch ganz unentwickelte und wegen der gelben Dotterkügelchen

völlig undurchsichtige Ei, dessen Kern (kb) nur schematisch eingezeichnet ist. B gibt dann ein weiteres Stadium, wo sich

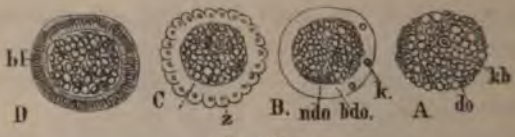


Fig. 109.
Bildung der Keimhautblase im Ei einer Mücke (Chironomus), schematisch nach Weismann.

A Eidotter (do), kb Keimbläschen.
B Ausscheidung des homogenen peripherischen Bildungsdotters (bdo), k darin auftretende Kerne, ndo (centraler) Nahrungsdotter.
C Der Bildungsdotter (Blastem) ballt sich peripherisch in Zellen (Maulbeerform, „Perimorula").
D Die Zellen haben sich verlängert und bilden eine dichtgeschlossene Lage, das einschichtige Blastoderm („Blastula").

unter gleichzeitiger Zusammenziehung des Nahrungsdotters auf der ganzen Oberfläche eine helle homogene Schichte Bildungsdotter ausgeschieden hat. In diesem, peripherischen Bildungslager oder „Blastem" tauchen dann einzelne Kerne (k) auf, von denen man höchstens vermuthen kann, daß sie durch Theilung des Keimbläschens entstehen. Auf einem dritten Stadium (C) erscheint dann eine ganze Garnitur solcher Kerne und um jeden derselben ein kleiner Ballen des genannten Blastems. Das wären nun die ersten Bildungs- oder Embryonalzellen, die schließlich, im engeren Zusammenschluß, das Bild D ergäben.

Da sich nach dieser Darstellung die Formung und Zerlegung des Dotters nur auf eine oberflächliche Schichte beschränkt, so nannte man diesen Vorgang die partielle und zugleich die oberflächliche Furchung.

Der Leser merkt aber wohl, daß es in der obigen Auffassung der Chironomus-Furchung gar manche dunkle Punkte gibt und daß es, um mehr Klarheit in die Sache zu

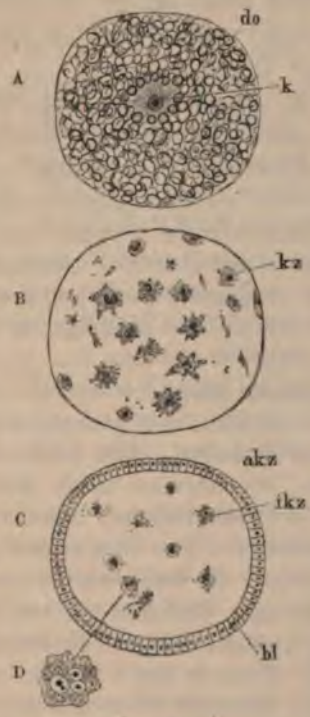


Fig. 110

Schemata zur Erläuterung unserer eigenen Studien über die ersten Bildungsvorgänge im Insektenei.

A 1. Stadium. k Ei- resp. Furchungskern, ringsum ein strahliger Protoplasmahof (nach H. Ludwig's Angaben beim Spinnenei), do Nahrungsdotter, Keimbläschen + Protoplasmahof = Ureizelle.

B 2. Stadium. Viele zerstreute Kerne (dunkle Ringe). Um jeden der Theilkerne ein Protoplasmahof. Urkeim-Protoblast. (Nach Schnitten bei Pyrrhocoris und Lina.)

C 3. Stadium. bl Keimhaut (Blastoderm-Periblast), akz äußere Keimzellen, ikz innere Keimzellen (Centroblast), alle relativ zu groß (im Uebrigen genaue Copie nach einem Schnitt von Lina).

D Eine innere Keimzelle von Pyrrhocoris stärker vergrößert mit mehreren bläschenartigen Kernen (s. Binnenkern). (Original.)

bringen, hauptsächlich darauf ankäme, das Untersuchungsobjekt durchsichtiger zu machen und überhaupt in seiner ganzen Ausdehnung kennen zu lernen.

Dazu gibt es nun offenbar kein passenderes Mittel als das entsprechend gehärtete und etwa in Wachs eingeschmolzene Ei in möglichst dünne Schnitte zu zerlegen, eine Methode, die bei höheren Thieren längst angewandt, bei Insekten aber erst in allerjüngster Zeit durch Kowalewski in Gebrauch kam.

Leider sind aber mittelst dieser Methode gerade die ersten Bildungsvorgänge im Insektenei bisher noch wenig untersucht worden, und diese Lücke soll im Folgenden durch die Ergebnisse eigener Studien ausgefüllt werden.

Von fundamentaler Wichtigkeit für die erste Sonderung des Mischdotters erscheint uns zunächst eine Beobachtung H. Ludwig's am Spinnenei. Hier sieht man, auf einem gewissen Stadium, ein centrales helles Bläschen (vgl. das Schema Fig. 110 A k) und rings um dasselbe eine Zone von feinkörnigem Plasma, von dem strahlenförmige, in der umgebenden Dottersubstanz sich verlierende Fortsätze ausgehen.

Das helle Bläschen betrachten wir nun als den eigentlichen Kern des befruchteten Eies, den Plasmahof aber als den Leib der Ureizelle. Demnach hätten wir hier eine Sonderung in einen centralen Bildungs- (Centroplasma) und in einen peripherischen Nahrungsdotter (Periplasma).

Daß nun aber eine ähnliche Dottersonderung auch faktisch bei den Insekten vorkommt, scheint aus Folgendem hervorzugehen.

Wir nehmen das kleine längliche Ei des Pappelblattkäfers und zwar wenige Stunden nach dessen Ablegung, härten es in geeigneter Weise und zerlegen es dann in möglichst dünne Scheiben. Diese Schnitte färben wir außerdem mit Pikrokarmin und hellen sie schließlich in Kreosot auf.

Unter's Mikroskop gebracht zeigt sich nun Folgendes (Fig. 110 B).

Auf den ersten Blick scheint die ganze Eischeibe gleichmäßig von der Pikrinsäure gelb gefärbt. Mustern wir sie aber länger und recht genau, so tauchen da und dort kleine intensiv rothe (also vom Karmin gefärbte) Kreisflecke auf, und in einem spätern Stadium nimmt sich das gelbe Gesichtsfeld (bei schwacher Vergrößerung) wie roth gesprenkelt aus. Diese rothen Stellen nun machen in jeder Hinsicht ganz und gar den Eindruck von Zellkernen und enthalten wie letztere oft wieder kleinere Körperchen, sog. Nucleoli oder Binnenkerne (Fig. 110*).

Nun ist es hinsichtlich der Entstehung dieser Kerne, welche man am Eierstockei noch nicht bemerkt, gewiß die wahrscheinlichste Annahme, daß sie durch Theilung des ersten, oben erwähnten Ei- (resp. Furchungs-) Kernes entstanden sind; dies umsomehr, als viele dieser Kerne auch faktisch in Theilung begriffen sind.

Wenn wir sagten, daß diese Gebilde den Eindruck von Kernen machen, so meinen wir damit, daß sie ganz speciell den Kernen jener Zellen gleichen, aus welchen später der Embryo zusammengesetzt erscheint.

Solche Eikerne haben übrigens auch frühere Beobachter gefunden und z. Th. sogar deren Abkunft durch Theilung des „Keimbläschens" wahrscheinlich gemacht.

Völlig neu und von größter Wichtigkeit scheint uns aber der folgende Umstand zu sein, daß nämlich diese Kerne nicht, wie man bisher allgemein zu glauben

Fig. 110*.
Ganz junge Keimhautzelle einer Ameise (Formica rufa) nach Behandlung mit 2 % Essigsäure, km Membran, ks maschige Substanz des Kerns, kk amöboides Kernkörperchen, zs Zellsubstanz, F gelbe Fetttröpfchen in derselben. (Original.)

schien, einfach im Mischdotter liegen, sondern daß jeder von ihnen von einer größern oder kleinern Zone specifischen Bildungsdotters umgeben ist.

Mustert man nämlich recht dünne Schnitte, so sieht man um jeden der rothen Kreisflecke einen vom Pikrin ungefärbt gelassenen und daher relativ weiß erscheinenden feinkörnigen Plasmahof, und dieser letztere mit sammt dem darin eingebetteten Kern gleicht auf ein Haar jenen echten Amöboidzellen, wie sie oben auf Fig. 106 abgebildet sind. In diesem Sinne hat man es also hier nicht einfach mit Theilungsprodukten des Eikernes, sondern mit solchen eines ganzen Ureies zu thun.

Wenn nun aber diese unsere Beobachtungen richtig sind, so ist doch klar, daß die Sonderung des Insekteneies nicht eine oberflächliche und strenge genommen gegenüber der Zerlegung der Ureier auch nicht eine bloß theilweise genannt werden kann.

Denken wir uns einmal, um die Sache näher zu erläutern, mit Beseitigung des Nahrungsdotters alles Bildungsplasma um den Eikern concentrirt, so wäre das Ganze offenbar eine wahre Ureizelle zu nennen. Würde sich nun ferner dieses Ei theilen und würden diese Zelltheile oder Theilzellen beisammen bleiben, so hätten wir ohne Zweifel eine Art totaler Furchung vor uns.

Der wirkliche Sachverhalt unterscheidet sich nun von diesem angenommenen im Wesentlichen nur dadurch, daß das centrale Urei nur einen relativ kleinen Bruchtheil des gesammten Bildungsdotters besitzt und daß das übrige noch im Nahrungsdotter suspendirte Protoplasma erst nachträglich und ganz allmälig von den Abkömmlingen des Ureies, d. i. von den Embryonalzellen aufgenommen wird.

Der Unterschied der Insekten-Dottersonderung gegenüber der typischen Totalfurchung liegt also kurz gesagt weniger in der räumlichen als in der zeitlichen Ausdehnung dieses Processes.

Da sich die genannten Zellen, wie leicht zu constatiren, auf Kosten des Nahrungsdotters vergrößern, ihn also sozusagen auffressen, so möchte man sie, und z. Th. auch der Form wegen, mit wahren Amöben vergleichen; es ist aber hervorzuheben, daß es nicht immer so scharf abgegrenzte und selbständige Gebilde sind, wie es unser Schema andeutet, daß sie vielmehr, wie auch P. Mayer bei Krebsen gezeigt, z. Th. durch seine Ausläufer mit einander zusammenzuhängen scheinen und so ein einheitliches Maschennetz darstellen, in dessen verdickten Knotenpunkten die Kerne liegen, während die Maschenräume selbst vom Nahrungsdotter ausgefüllt sind.

Da wir hier unmöglich alle die einzelnen Schritte, welche das in der Entwicklung begriffene Keimprotoplasma behufs seiner weitern Gestaltung macht, auch mitthun können, so müssen wir uns abermals einen großen Sprung erlauben.

Der Leser hat oben gehört, daß die gleichmäßige oder totale Furchung des Säugethiereies (Fig. 107) zur Bildung eines maulbeerartigen Klumpens von rundlichen Zellen führt. Letzterer verändert sich aber bald in folgender Weise. Die innern Zellen drängen gegen die Oberfläche, schieben sich zwischen die äußeren hinein und bilden im Verein mit diesen eine zusammenhängende also hautartige Lage, während die im Centrum noch zurückgebliebenen sich größtentheils auflösen und verflüssigen.

Die beschriebene einschichtige Zelllage nennt man nun Keimhaut (Blastoderm), resp. ihrer sphärischen Gestalt halber Keimblase (Blastula), während der von ihr umschlossene Hohlraum die Furchungshöhle heißt.

[illegible] Ich selbst bemerke [illegible] Bedenken, der Einwendung [illegible] der Gesamtheit [illegible] Ich [illegible] Zeugnis ab. [illegible] Ich [illegible] gegenwärtigen Zustandes der [illegible] Wirkungsweise in [illegible] Natur, daß möglichst [illegible] gewiß der [illegible] Natur [illegible] gerade so [illegible] nicht anders [illegible] Natur, aber wenigstens [illegible], daß jedoch [illegible] Bildung, der Einrichtung [illegible] Mittel zur Erreichung [illegible] Zwecke [illegible] sie [illegible] anderen [illegible] Natur bei der Bildung [illegible] Tiere, [illegible] gerade der Zweckmäßigkeit, ob sie verschiedene Wege einschlagen, daß wir uns unmöglich mit der Vorstellung, [illegible] Natur, daß sie gerade hier an eine [illegible] Methode gebunden sei, [illegible] vielmehr der Vorstellung [illegible], daß die Zweckmäßigkeit der ersten Keimungsvorgänge auf der Richtigkeit der Voraussetzung beruhe, [illegible] Weg [illegible] Vorganges [illegible] Natur [illegible], die allen Zweigen von sich abzweigen [illegible], gewiß bei verschiedenen Verhältnissen in [illegible] Weisen eingeschlagen.

Aber, so kann man einwerfen, die Keimblätter der verschiedenen Tiere sind so außerordentlich einfache Gebilde, daß deren Gleichheit eher auf einen indifferenten, auf einen unbestimmten Zustand als auf eine wirkliche Uebereinstimmung hindeutete, und zur Bestätigung einer wirklichen Wesenseinerlei, einer inhaltlichen Homologie könnte man sich ja fast mit denselben Gewicht auf die noch vollständigere Aehnlichkeit der verschiedenen Dottermassen selbst berufen. Hingegen, so möchte unser Kritiker vielleicht weiter sprechen, und wir müßten ihm vollkommen Recht geben, würde unser Argument eine viel größere Be-

offen lassen, so muß man nach dem Frühern doch einsehen, daß diese Erklärung zum wenigsten nicht allgemeine Geltung beanspruchen kann.

Gehen wir in Fig. 110 auf das Stadium B zurück, so finden wir wahre Zellgebilde und zwar ganz im Innern des Eies schon vor der Anlage der peripherischen Keimhaut, und vergleichen wir neuerdings diesen Zustand mit den ganzfurchigen Eiern, so darf man schließen, daß eben dieses Stadium der räumlich noch ungesonderten Zellen der Maulbeerform entspricht und daß ferner die Keimblase ähnlich wie dort entsteht, d. h. dadurch, daß sich diese Zellen unter weiterer durch die Theilung ihrer Kerne angedeuteten Vermehrung gegen die Peripherie drängen und sich schließlich zu einer einschichtigen Lage vereinigen *).

Nicht minder wichtig als die Frage nach der Entstehung der Keimblase ist dann die zweite, ob nämlich auch hier, wie allgemein angenommen, das Blastoderm Alles in Allem, d. h. ob es der einzige und ausschließliche Urkeim ist.

Ein Blick auf das Stadium C (Fig. 110), nach einem ähnlich wie oben behandelten Schnitt durch das Ei von Lina, wird den Leser aber sofort vom Gegentheil überzeugen. Er sieht nämlich außer den peripherischen oder Keimhautzellen (akz) auch noch innere Elemente (ikz), und deren völlige Uebereinstimmung mit den primären Keimzellen (B) läßt wohl keine andere Auffassung zu, als daß es eben faktisch solche bei der Blastodermbildung erübrigte Gebilde sind, welche dem Kölliker'schen Innenkeim der Säuger entsprechen.

Die jetzt constatirte Thatsache, daß die erste Entwicklung des Eies bei zu ganz verschiedenen Typen gehörigen Thieren und

*) Inzwischen hat Bobretzky (Zeitschr. f. wiss. Zoologie, 31. Bd. 2. Heft) diese Art von Keimhautbildung auch bei Schmetterlingen beobachtet.

trotz der ursprünglichen Verschiedenheit des Eies selbst dennoch zu einem und demselben Resultate, der Keimblase (nebst dem Centroblast!) führt, legt offenbar für den einheitlichen Zusammenhang und Ursprung der Thierheit kein geringes Zeugniß ab. Denn wenn wir auch bei unserer gegenwärtigen Unkenntniß der eigentlichen Entwicklungsursachen und deren Wirkungsweise im Allgemeinen nicht bestreiten können, daß möglicherweise die erste Anlage eines thierischen Organismus gemäß der ganzen Natur des Keimprotoplasmas gerade so und nicht anders vor sich gehen könne, oder teleologisch gesprochen, daß speciell die Bildung der Keimblase ein nothwendiges Mittel zur Erreichung eines vorgesetzten Zweckes sei, so sehen wir andererseits doch wieder in so vielen Fällen die Natur bei der Bildung verwandter Thiere, und gerade der Insekten, oft so verschiedene Wege einschlagen, daß wir uns unmöglich mit der Anschauung befreunden können, daß sie gerade hier an eine bestimmte Methode gebunden sei, sondern pflichten vielmehr der Anschauung bei, daß die Aehnlichkeit der ersten Keimungsvorgänge auf der Gleichheit der Abstammung beruhe, während sich in gewissen Ungleichheiten dieses Vorganges das Bestreben der Natur äußere, die alten Fesseln von sich abzuschütteln und, gemäß den veränderten Verhältnissen, in neue Bahnen einzulenken.

Aber, so kann man einwerfen, die Keimblasen der verschiedenen Thiere sind so außerordentlich einfache Gebilde, daß deren Gleichheit eher auf einen indifferenten, auf einen unbestimmten Zustand als auf eine wirkliche Ursprungsgleichheit hindeutet, und zur Bekräftigung einer wirklichen Wesenseinerleiheit, einer faktischen Homotypie könnte man sich ja fast mit demselben Gewicht auf die noch vollständigere Aehnlichkeit der verschiedenen Thiereier selbst berufen. Hingegen, so möchte unser Kritiker vielleicht weiter sprechen, und wir müßten ihm vollkommen Recht geben, würde unser Argument eine viel größere Be-

Weise sie aus der Keimblase oder, wo ein solcher vorhanden, zugleich aus dem innern Keim sich hervorbilden.

Sehr einfach erklärte man sich dies, ehemals wenigstens und zu einer Zeit, wo die Entwicklung der niederen Thiere noch wenig bekannt war, bei den Wirbelthieren. Der Embryo entsteht hier aus einer scheibenartigen Verdickung der Keimblase, die dem Rücken des künftigen Thieres entspricht. Diese Keimscheibe spalte sich nun, so nahm man an, in zwei Schichten, die man ihrer Gestalt und Lage halber das obere und untere oder auch das animale und vegetative „Keimblatt" nannte. Durch Spaltung sollte sich dann (His) jedes dieser zwei primären Keimblätter wieder in zwei weitere Schichten zerlegen, nämlich das obere in das Hautnerven- und Hautmuskel-, das untere in das Darmmuskel- und Darmdrüsenblatt, womit dann die obige Sonderung auch schon vollzogen wäre.

Bei der Mehrzahl der übrigen Thiere ist aber der Vorgang jedenfalls ein ganz anderer, und seitdem man dies weiß, ist man auch bemüht, die Keimblätterbildung der Vertebraten in anderer Weise auszulegen.

Fig. 113.

Zur Entwicklung einer Seewalze (Holothuria), schematisch nach Selenka.

A Bl einschichtige Keimhautblase (Blastula) links von der Fläche, rechts im optischen Durchschnitt, fh Furchungshöhle.

B Eingestülpte Keimhautblase (Gastrula) im Längsschnitt, u m Urmund, u D „Urdarm", Ex Exoderm (animales), En Entoderm (vegetatives Keimblatt). Aus dem eingestülpten Blastoderm entstehen die Zellen Mes des mittleren Blattes (Mesoderm).

C Dasselbe weiter entwickelt. h d B Hautdrüsenblatt (Exoderm), d d B Darmdrüsenblatt (Entoderm), h f B Hautfaser-, d f B Darmfaserblatt.

Keimblätter, „Gastrula".

Wenn der Leser, um zunächst das Gefüge eines vollkommen entwickelten Thieres, z. B. eines Insektes, kennen zu lernen, den Querschnitt durch ein solches in Fig. 112 ansieht, so findet er Folgendes: 1. einen äußeren Schlauch, den Hautsack (hdB),

Fig. 112.
Querschnitt durch den Hinterleib eines fast reifen Embryo des Goldafters.
(Nach Hatschek.)

2. ein inneres Rohr, den Darm (ddB), und 3. zwischen beiden eine mit verschiedenen Weichtheilen sowie mit Blut erfüllte Leibeshöhle (bl). Bei näherer Betrachtung zeigt sich dann weiter, daß jeder dieser Schläuche abermals aus zwei Gewebslagen besteht, nämlich aus einer Lage pallisadenartig neben einander stehender Zellen, einem sog. Epithel, und zweitens aus einer Schichte contractiler Fäden oder Muskeln, einer sog. Faserlage.

Nach dem besteht also der fertige Kerfleib im Ganzen aus vier concentrischen Hauptschichten, welche die Embryologen, von außen nach innen gehend, als Hautdrüsen- (hdB), Hautfaser- (hfB), Darmfaser- (dfB) und Darmdrüsenlage (ddB) bezeichnen.

Eine Hauptaufgabe der Embryologie ist es nun eben, zu zeigen, wie diese vier Gewebsschichten entstehen, d. h. auf welche

Weise sie aus der Keimblase oder, wo ein solcher vorhanden, zugleich aus dem innern Keim sich hervorbilden.

Sehr einfach erklärte man sich dies, ehemals wenigstens und zu einer Zeit, wo die Entwicklung der niederen Thiere noch wenig bekannt war, bei den Wirbelthieren. Der Embryo entsteht hier aus einer scheibenartigen Verdickung der Keimblase, die dem Rücken des künftigen Thieres entspricht. Diese Keimscheibe spalte sich nun, so nahm man an, in zwei Schichten, die man ihrer Gestalt und Lage halber das obere und untere oder auch das animale und vegetative „Keimblatt" nannte. Durch Spaltung sollte sich dann (His) jedes dieser zwei primären Keimblätter wieder in zwei weitere Schichten zerlegen, nämlich das obere in das Hautnerven- und Hautmuskel-, das untere in das Darmmuskel- und Darmdrüsenblatt, womit dann die obige Sonderung auch schon vollzogen wäre.

Bei der Mehrzahl der übrigen Thiere ist aber der Vorgang jedenfalls ein ganz anderer, und seitdem man dies weiß, ist man auch bemüht, die Keimblätterbildung der Vertebraten in anderer Weise auszulegen.

Fig. 113.

Zur Entwicklung einer Seewalze (Holothuria), schematisch nach Selenka.

A Bl einschichtige Keimhautblase (Blastula) links von der Fläche, rechts im optischen Durchschnitt, fh Furchungshöhle.

B Eingestülpte Keimhautblase (Gastrula) im Längsschnitt, um Urmund, uD „Urdarm", Ex Exoderm (animales), En Entoderm (vegetatives Keimblatt). Aus dem eingestülpten Blastoderm entstehen die Zellen Mes des mittleren Blattes (Mesoderm).

C Dasselbe weiter entwickelt. hdB Hautdrüsenblatt (Exoderm), ddB Darmdrüsenblatt (Entoderm), hfB Hautfaser-, dfB Darmfaserblatt.

Als [illegible] Vorgänge [illegible], wie man doch einsieht, [illegible] [illegible] eine denkbare Ursache [illegible] Bewegung der Zellen, Erscheinungen, die [illegible] [illegible] der Keimblase und überhaupt während der gesammten Embryobildung stattfinden.

Stellen wir uns nun einmal vor: 1) daß die Keimblase, wie das Ei, von einer [illegible] Hülle d. i. von einer [illegible] umgeben ist, und 2) daß sich ihre Zellen aus [illegible] [illegible] der Stoffe nach d. i. in der Richtung des [illegible] [illegible] und die Zellenvermehrung, als [illegible] [illegible] zum Ausdruck käme, [illegible] [illegible] besonderen Bedingungen oder Zustände [illegible] [illegible] [illegible]. Offenbar müßte es an der beständig [illegible] [illegible] [illegible] zu einer Faltung bezw. zu einer Einstülpung kommen, eine Erscheinung oder Gestaltveränderung, die man auch sachlich an sich [illegible] [illegible] während ihrer Entwicklung [illegible].

Daß aus einer einfachen Membran, ein Hemdrohr oder eine [illegible] [illegible] sich einstülpt, sich nach innen [illegible], ist durchaus nichts Auffallendes.

Die Sache gewinnt aber offenbar eine ganz besondere Bedeutung, wenn sich eine solche Einstülpung nur auf eine besondere Stelle der Keim-Membran bezöge und wenn aus dieser einen Einstülpung ein ganz besonderer neuer Keimes Körpertheil hervorginge.

Und das ist nun eben, um wieder zu unserem Gegenstand zu kommen, bei der Keimblase der Seewalzen der Fall.

Hier entsteht nämlich in der That (vgl. Fig. 113 B) eine solche Einsenkung oder Invagination, aber 1) nur an einer Stelle und 2), wenn wir so sagen dürfen, zu einem ganz besonderen Zweck und unter ganz eigenthümlichen begleitenden Umständen.

eine Einrichtung behufs der weiteren Entwicklung, es ist hier zugleich das Organ des Lebens, das Werkzeug der Empfindung, Bewegung und Ernährung, und so wird sich der Leser, denken wir, auch leichter vorzustellen vermögen, wie denn, bei den höheren Thieren, aus einem scheinbar völlig todten Keime nach und nach die verschiedenen Energieen des Lebens sich entwickeln können.

Da wir schon, die Anschauungen über den Lebensanfang erweiternd, von einem echten Ei- in einen niederen Thierzustand geriethen, so fügen wir noch bei, daß man solche Keimblasenthiere aus von selbst einleuchtendem Grunde und gegenüber dem früher kurz erläuterten Zustand der Vierblätterigkeit als „einschichtige" bezeichnet.

Ja, wie geht denn aber, um wieder auf unser Thema einzulenken, aus dem einschichtigen der mehrschichtige Zustand hervor?

Aufrichtig gestanden wären wir sehr gespannt darauf, zu hören, wie ein völliger Laie eventuell ein Techniker diese Frage oder dieses Problem lösen möchte. Würden keine besonderen Bedingungen gestellt, so gäbe es freilich der bloßen Möglichkeiten sehr viele — und wir dürfen zum Voraus beisetzen, daß auch die Fachleute zur Erklärung dieses Vorganges schon die allerverschiedensten Conjuncturen angenommen haben.

Eine sehr naheliegende ist die bereits oben erwähnte, daß sich das einschichtige Blatt der Keimblase durch quere Spaltung der Zellen in zwei Blätter zerlegt, was man Abblätterung, Delamination nennt. Dies gäbe, später wieder bei den zwei Unter- oder Secundärblättern wiederholt, gewiß eine sehr einfache und summarische Lösung. Es würde aber auch eine (thatsächlich öfter beobachtete) partielle Abblätterung, wir meinen die Ablösung einiger Zellen, zum Ziele führen.

Binnensack diesen Gebrauch zu machen und wird dadurch eben zu einem wahren Sack- oder Hohlthier.

Man staunt in der That über die Einfachheit der beschriebenen Körperveränderung, wenn man näher erwägt, daß damit in der Bildung des künftigen Organismus ein sehr bedeutender Schritt vorwärts gethan ist.

Hauptsächlich handelt es sich dabei um folgende drei Sonderungen oder Differenzirungen. 1) Um eine räumliche. Früher war nur ein Aeußeres vorhanden, jetzt ist daraus ein Aeußeres und ein Inneres geworden, das wir zur Unterscheidung von der räumlich noch indifferenten Keimhaut (Blastoderm) als Außen- und Innenblatt oder als Exo- und Endoderm bezeichnen.

Es handelt sich dann 2) um eine Sonderung der Struktur, der Gewebe. Die Zellen des Blastoderms sind ursprünglich alle gleich; sobald aber die Einstülpung beginnt, nehmen die Elemente des Endoderms und im weiteren Verlauf auch die des Exoderms (wenn auch in geringerem Grade) eine andere Beschaffenheit an. Letztere bleiben Deck-, Empfindungs- und Bewegungs- d. h. also animale Zellen, erstere werden Verdauungszellen oder vegetative Elementarorgane, und damit ist denn auch die 3., die physiologische Differenzirung oder Arbeitstheilung, von selbst ausgesprochen.

Dieses, wie wir eben sahen, schon hoch differenzirte Keimstadium, das Haeckel „Gastrula", d. i. Magen- oder Sackthier, taufte, ist es nun eben, das wegen seiner weiten Verbreitung in fast allen Stämmen des Thierreiches, auf jene Gemeinsamkeit des Ursprungs hinweist, welche wir schon früher, bei der Blastula, ahnen durften. —

Unser Hauptthema ist bekanntlich — wenn wir es wiederholen dürfen — der Nachweis, wie aus der einschichtigen Keimblase ein vierschichtiger Embryo entsteht.

Zwei dieser verlangten Schichten wurden, für die Seewalze, bereits abgeleitet, nämlich das aus gleichartigen Pflaster- oder Epithelzellen bestehende Hautblatt (Exoderm) und dann das im Ganzen ähnlich construirte Darmdrüsenblatt (Endoderm), wobei wir, wie auch richtig, bezüglich des letzteren d. i. des eingestülpten Blastoderms, annehmen, daß es wirklich dem Epithel des definitiven Darms entspricht. Demnach fehlt noch 1) die Muskel- oder Bewegungsschichte für die Haut, das Hautfaserblatt, und 2) das die Contractionen des Verdauungsrohres vermittelnde Darmfaserblatt.

Die einfachste Ableitung dieser Schichten geschähe nun offenbar durch Spaltung der zwei Hauptblätter — bei den Seewalzen aber gehen nach Selenka alle beide aus dem innern Hauptblatt, dem Endoderm, hervor, und zwar zunächst auf die Weise, daß sich, wie Fig. 113 B andeutet, von besonderen Wucherungen des Binnensackes einzelne Zellen ablösen und in's Innere der zwischen Exo- und Endoderm befindlichen Furchungshöhle gerathen. Letztere sind sonach wahre Zwischen- oder Mittelzellen und wird ihre Gesammtheit daher auch ganz passend als Mittelkeim oder Mesoderm bezeichnet.

Diese Mittelzellen rufen uns wieder Früheres in's Gedächtniß. Sie gleichen nämlich ganz und gar den gewissen Amöboid- oder Sternzellen, die wir (gleichfalls in der Furchungshöhle) bei den Insekten fanden, dort aber schon zu einer Zeit, bevor etwas dem Endoderm Vergleichbares vorhanden ist.

Aber nicht bloß im äußern Aussehen, auch in dem bedeutungsvollen Umstand stimmen diese Binnenzellen überein, daß sie gleichfalls und zwar in sichtlicher Weise den noch unverbrauchten Dotter aufzehren und in Folge dessen sich außerordentlich rasch vermehren und an Zahl zunehmen.

So regellos nun anfangs alle diese „Wanderzellen" durcheinanderliegen, so außerordentlich bestimmt ist deren spätere

Aufstellung, welche sie nach kurzer Ungebundenheit und Freizügigkeit einnehmen. Die ganze Bande trennt sich nämlich im wahrsten Sinn des Wortes in zwei Lager, was auf Fig. 113 C zu sehen. Die einen associiren sich dem Hautblatt (h f B), die anderen dem Darmblatt (d f B). Dies nennt man nun auf gut Embryologisch die „Spaltung des Mesoderms" und der dadurch gebildete Zwischenraum ist nichts Anderes als die Leibeshöhle.

Wir bemerken, um uns Wiederholungen zu ersparen, gleich jetzt, daß die ehemaligen „Wanderzellen" in ihrer neuen Stellung ihre frühere selbständige Natur z. Th. aufgeben und in den Dienst des Gesammtorganismus tretend, in die bekannten Fleischfasern sich umwandeln.

Nur Eins erinnert noch an den ehemaligen Zustand, nämlich die Fähigkeit der spontanen Zusammenziehung, die aber jetzt ihre ausschließliche Aufgabe.

Alles in Allem genommen werden wir nun sagen, daß die rein technische Herstellung der vier definitiven Keim- oder Gewebsblätter der Seewalze theils auf Einstülpung der Keimhaut, theils auf Abblätterung oder Spaltung des Innen- resp. des seinerseits wieder von letzterem abgetrennten Mittelkeimes beruht.

Im Schema: Blastoderm, Blastula (ursprüngliches Keimblatt)

Exoderm (1. Hautblatt) — Endoderm im w. S. Gastrula

Mesoderm (2. Darmdrüsenblatt)

(3. Hautfaserblatt) (4. Darmfaserblatt)

Nun, wie ist es bei den Insekten?

Insofern es sich auch hier theils um eine Einstülpung der Keimblase, theils um eine secundäre Abblätterung und Spaltung handelt, darf man sagen, ebenso.

Indeß ist schon gleich von vornherein ein großer Unterschied hervorzuheben.

Bei der Seewalze entspricht der Umfang der Keimblase auch dem Umfang des Embryo, ja sie ist eigentlich der Embryo selbst schon, indem die Wand der Keimblase zugleich die Leibeswand des embryonalen Thieres darstellt.

Ganz anders verhält sich's, ähnlich wie bei Wirbelthieren, mit der Insektenkeimblase, die, so möchten wir sagen, wegen des großen Nahrungs- oder Futterballens, den sie umschließt, im Verhältniß zu den Dimensionen des zu bildenden Embryo zu weitläufig angelegt ist. Die Keimblase ist also nicht, wie bei vielen andern Thieren, der Embryo selbst, sie ist nur ein provisorisches Gebilde. Damit soll gesagt sein, daß der embryonale Körper in räumlicher Beziehung nicht aus der ganzen Keimblase entsteht, sondern nur aus einem relativ kleinen Segment derselben, welches Segment wir, um seine Bestimmung ganz unzweideutig auszudrücken, nicht wie gewöhnlich als Keim-, sondern, gelegentlich wenigstens, direkt als Embryonalsegment bezeichnen werden.

Betrachtet man ein möglichst dünnschaliges und frisch gelegtes Insektenei, z. B. das einer Ameise, unter dem Mikroskop bei durchfallendem Licht, so sieht man zunächst, wenn man auf die Oberfläche einstellt, nur den Dotter.

Bei länger fortgesetzter Beobachtung bemerkt man dann, daß sich das Gesichtsfeld etwas trübt, was von einem inzwischen gebildeten dünnen Häutlein herrührt, das nichts Anderes als die Keimhaut ist. Anfangs sieht man aber noch überall den Dotter durchschimmern. Setzt man aber die Beobachtung,

nöthigenfalls auch bei Nacht, noch länger fort, so gewahrt man früher oder später an einer bestimmten Stelle der Keimhaut einen anfangs ganz kleinen, aber sich rasch ausbreitenden dunkeln Fleck, eine Erscheinung, die offenbar von einer localen Verdickung besagter Keimhaut herrühren muß.

Daß dem wirklich so sei, kann man bei größeren Eiern, z. B. jenen der Werre, auch schon mit freiem Auge erkennen, wenn man vorsichtig die Eischale entfernt. Man sieht dann ein einem dünnen Schleier ähnliches Häutlein und darin, wie eingeschaltet, ein massives weißes Stück von schild- oder streifenartiger Form. Ersteres ist die Keimblase, letzteres der Embryonal- oder Keimstreif, d. i. die früher erwähnte verdickte Stelle der Keimblase.

Ein ähnliches Bild zeigt uns auch Fig. 114 A, das

Fig. 114.
Zur Embryonalentwicklung des Schwimmkäfers (Hydrophilus) nach Kowalewski.
A—E Ei von der Bauchseite.

von Kowalewski genauer studirte Ei eines Schwimmkäfers (Hydrophilus), wobei man in der zungenartigen Anschwellung am Hinterende (ks) den Keimstreif erkennen wird.

Die Grenzen dieses auch für die übrigen Gliederthiere typischen Keimstreifs bezeichnen nun genau den jeweiligen Umriß des künftigen Thieres, wobei wir noch bemerken, daß diese erste Grundlage der Bauchseite

Nun, wie ist es bei den Insekten?

Insofern es sich auch hier theils um eine Einstülpung der Keimblase, theils um eine secundäre Abblätterung und Spaltung handelt, darf man sagen, ebenso.

Indeß ist schon gleich von vornherein ein großer Unterschied hervorzuheben.

Bei der Seewalze entspricht der Umfang der Keimblase auch dem Umfang des Embryo, ja sie ist eigentlich der Embryo selbst schon, indem die Wand der Keimblase zugleich die Leibeswand des embryonalen Thieres darstellt.

Ganz anders verhält sich's, ähnlich wie bei Wirbelthieren, mit der Insektenkeimblase, die, so möchten wir sagen, wegen des großen Nahrungs- oder Futterballens, den sie umschließt, im Verhältniß zu den Dimensionen des zu bildenden Embryo zu weitläufig angelegt ist. Die Keimblase ist also nicht, wie bei vielen andern Thieren, der Embryo selbst, sie ist nur ein provisorisches Gebilde. Damit soll gesagt sein, daß der embryonale Körper in räumlicher Beziehung nicht aus der ganzen Keimblase entsteht, sondern nur aus einem relativ kleinen Segment derselben, welches Segment wir, um seine Bestimmung ganz unzweideutig auszudrücken, nicht wie gewöhnlich als Keim-, sondern, gelegentlich wenigstens, direkt als Embryonalsegment bezeichnen werden.

Betrachtet man ein möglichst dünnschaliges und frisch gelegtes Insektenei, z. B. das einer Ameise, unter dem Mikroskop bei durchfallendem Licht, so sieht man zunächst, wenn man auf die Oberfläche einstellt, nur den Dotter.

Bei länger fortgesetzter Beobachtung bemerkt man dann, daß sich das Gesichtsfeld etwas trübt, was von einem inzwischen gebildeten dünnen Häutlein herrührt, das nichts Anderes als die Keimhaut ist. Anfangs sieht man aber noch überall den Dotter durchschimmern. Setzt man aber die Beobachtung,

nöthigenfalls auch bei Nacht, noch länger fort, so gewahrt man früher oder später an einer bestimmten Stelle der Keimhaut einen anfangs ganz kleinen, aber sich rasch ausbreitenden dunkeln Fleck, eine Erscheinung, die offenbar von einer localen Verdickung besagter Keimhaut herrühren muß.

Daß dem wirklich so sei, kann man bei größeren Eiern, z. B. jenen der Werre, auch schon mit freiem Auge erkennen, wenn man vorsichtig die Eischale entfernt. Man sieht dann ein einem dünnen Schleier ähnliches Häutlein und darin, wie eingeschaltet, ein massives weißes Stück von schild- oder streifenartiger Form. Ersteres ist die Keimblase, letzteres der Embryonal- oder Keimstreif, d. i. die früher erwähnte verdickte Stelle der Keimblase.

Ein ähnliches Bild zeigt uns auch Fig. 114 A, das

Fig. 114.
Zur Embryonalentwicklung des Schwimmkäfers (Hydrophilus) nach Kowalewski.
A—E Ei von der Bauchseite.

von Kowalewski genauer studirte Ei eines Schwimmkäfers (Hydrophilus), wobei man in der zungenartigen Anschwellung am Hinterende (ks) den Keimstreif erkennen wird.

Die Grenzen dieses auch für die übrigen Gliederthiere typischen Keimstreifs bezeichnen nun genau den jeweiligen Umriß des künftigen Thieres, wobei wir noch bemerken, daß diese erste Grundlage der Bauchseite

desselben entspricht, daß also eine Orientirung darüber, was, in Bezug auf das Künftige, am Ei oben oder unten ist, strenge genommen erst nach erfolgter Differenzirung dieser Embryonalanlage möglich ist.

Die reihenweise Vergleichung der Figuren A, B, C, D, E und F lehrt uns dann noch, daß sich dieser ventrale oder bauchständige Embryonalstreif zunächst hauptsächlich in die Länge ausdehnt.

Das wäre der erste auffallende Unterschied gegenüber der Seewalzen-Blastula.

Nun zunächst die Frage, wie entsteht oder worauf beruht diese Keimblasenverdickung?

Gegenüber älteren und vielfach sich widersprechenden Annahmen war es auch hier die zuerst von Kowalewski angewandte Schnittmethode, welche eine sichere Lösung derselben ermöglichte.

Das Schema eines solchen Keimblasenquerschnittes (in der Region des Embryonalstreifs) gibt Fig. 115 A. Die Keimhaut besteht noch immer und ringsum aus einer einzigen Schichte von Zellen, und die embryonale Zone derselben, d. i. der Keimstreif (ks) entsteht einfach dadurch, daß die Zellen hier größer resp. höher sind als im übrigen Theile.

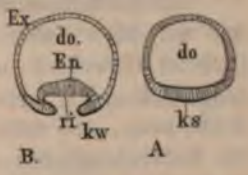


Fig. 115.
Schemata von Keimblasenquerschnitten.
A Erstes Stadium. ks Keimstreif.
B Einstülpungsstadium. Ex Exoderm, En Endoderm, ri Keimrinne, kw Keimwülste, do Nahrungsdotter.

Am vorliegenden Stadium ist der Unterschied zwar noch gering, er verstärkt sich aber 1) dadurch, daß die cylinderförmigen Zellen der Embryonalzone sich noch mehr verlängern, und 2) dadurch, daß gleichzeitig die Elementartheile der übrigen

Nun, fragen wir den Leser, ist die Insektenkeimblase auf [illegible] Stadium nicht eine wahre Gastrula zu nennen?

Daß sich die Keimblase wirklich in einem eingestülpten [illegible] verwandelt, wird nicht Niemand leugnen, man wird aber, ganz abgesehen von der eigenthümlichen Form dieser Falte, ihre Tiefenausdehnung für zu gering halten, um einen solchen Vergleich mit dem Urmundschlauch der Gastrula zu wagen.

Es heißt aber jetzt gefälligst auf Fig. 119 A, einem nur wenig, [illegible] Schnitt durch die Keimblase der von uns [illegible] Insect.

Erscheinen hier die Einstülpung (ga) auch noch zu wenig [illegible]?

Nun, in meinem Fall, dachte mir, dürfte doch die in Fig. 118 [illegible] Einstülpung (ga'') einem ebenfalls selbstgeschnittenen [illegible] Gastrula [illegible].

Jedenfalls hat es mich leid, die eben geweckte Hoffnung auf einen direkten Anschluß an eine typische Gastrula auch [illegible] wieder preisgeben zu müssen.

Unter einer typischen Gastrula verstehen wir nach der [illegible] Darstellung eine solche, deren Binnenraum auch noch beim fertigen Thiere einen Theil des Verdauungsschlauches, aber des Darmes ausmacht, bei der also, [illegible] die erste Einstülpung direkt zur Bildung eines bleibenden Hohlorganes führt.

Dies ist nun aber bei den Insekten wie und nimmer der Fall.

Die mit einer Zellwucherung verbundene Versenkung eines Abschnitts der Keimblase führt hier nicht zur Bildung eines bleibenden Hohlorgans, sie ist, hinsichtlich ihres endlichen Ergebnisses, nur das Mittel, um einen Theil der [illegible] Keimzellen zur Her-

stellung gewisser Binnengewebe in das Innere der Blase einzuführen.

Zur Erläuterung des Gesagten vergleiche man zunächst Fig. 114 B mit C. In B ist die Keimfurche nur in der Mitte etwas eingeschnürt, vorne und hinten noch weit offen. In C hingegen sieht man äußerlich nur mehr einen engen Spalt, und daraus wird der Leser schließen, und hat man auch schon

Fig. 118.
Querschnitt durch die Mitte eines (etwa 7 Stunden alten) Fliegeneies (Musca vomitoria L.)
Ex und En Exoderm und Entoderm (i. w. S.) des auf den Rücken umgebogenen Keimstreifendes, Ex* Exoderm des Keimstreifs, En* gastrula-artige Einstülpung der Keimblase, ga Einstülpungsöffnung (im Verschluß begriffen), ah äußere, ih innere (ventrale) Embryonalhülle, ndo Dotter. Vergr. 200/1. (Original.)

früher geschlossen, daß sich die „Keimfurche" in ein „Keimrohr" verwandelt.

Dieser Zustand der Verlöthung der Einstülpungsöffnung stellt auch unser Querschnitt Fig. 118 dar, wo man bei ga nur noch eine enge Ritze sieht.

Die Verstopfung des „Urmundes" allein würde indeß noch keineswegs der Gastrula ein Ende machen, wenn sich

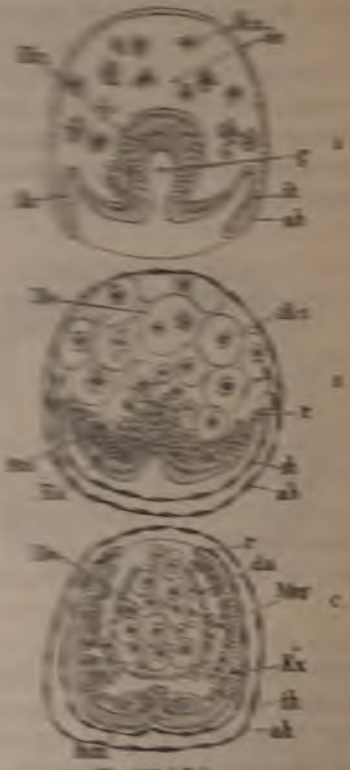


Fig. [illegible] A B C.

Querschnitte durch den Keimschild von Tinca gen. Entwickelung der Faltungs- und anderer Bildungsvorgänge.

A. Die Mitte verdickten, mittleren Keimschichtenplatte („Primitivplatte"-Stadium), d. Zellen der Gefäßanlage, die Anlage des Mesoblasts, a.h. Urhornmark, l.h. innerstes Blatt des Hornes, Do. Dotter, Ex. innere Reihe der Dotterzellen.

B. Nach weiterer Abschnürung und Ausbildung der ersten Gestaltung und Verdickung der Keimschichten. Es hat bereits entstandene Endoderm (hier der Darmhöhlenrinne), Dr. Urdarm, a.h. Urhorn, l.h. innerer Faltenhöhle, Do. in Zellen gebrochener Dotterzellkerne, l.k. Zellen derselben.

C. Ausbildung der Urhornmark (Ur) und der Innenhöhle (l.h.) nach oben (bis r.), Ma. Mittelhorn, Ex. Mittelhorn-Ersatzzellen (Kolbenzellen), Do. Dotter, Ma. Randmark, a.h., l.h. Urhorn- und Innenhöhle.

im weiteren Verlauf das Keimrohr unter völliger Abschnürung von der äußern Keimhaut zu einem Darmrohr qualificiren würde.

Wie aber schon bemerkt, geschieht dies ganz und gar nicht; das Rohr löst sich vielmehr vollständig auf, und es bleibt davon nichts übrig, als was man an unserem Schnitt (Fig. 118) oben bei En* sieht, nämlich ein Haufen rundlicher Nacktzellen.

Nun wolle man aber zunächst mit Zuhilfenahme der Fig. 119 B beachten, daß jetzt die Keimzone aus zwei verschiedenen Zellenlagern besteht, die wir wieder, aber lediglich mit Rücksicht auf ihre Lage, als äußere (Ex) und innere Keimschichte (En) bezeichnen. Die äußere Keimschichte ist, wie man sieht, im Wesentlichen dasselbe einschichtige Epithel, wie vor der Einstülpung, und da dasselbe faktisch der äußern Leibes- resp. Bauchwandung des künftigen Thieres entspricht, so dürfen wir es auch ohne Weiteres als echtes Exoderm bezeichnen.

Die Frage ist nun, was aus der zweiten oder innern Schichte (En) wird.

Setzen wir einmal den für die Seewalzen-Gastrula zutreffenden Fall, daß nämlich die Zellen dieser Innenschichte die einzigen Formelemente innerhalb der Keimblase (Exoderm) wären, dann wäre deren Bestimmung bald errathen, sie bildeten einfach den gemeinsamen Ur-Keim für das Faser- und Darmblatt.

Dies ist nun auch thatsächlich die bisherige Auffassung, welche speziell durch Kowalevski ihre nähere Begründung erhielt.

Gehen wir zunächst, aber nur ganz kurz, auf die weiteren Veränderungen der fraglichen Schichte ein.

Aus Fig. 119 B ersieht der Leser, daß das innere „Blatt" (En) kurz nach seiner Lostrennung vom äußern eine

Fig. 119 A B C.

Querschnitte durch die Keimblase von Lina zur Erläuterung der Faltungs- und anderer Bildungsvorgänge.

A En sich einstülpende mittlere Keimstreifzone („Gastrula"-Stadium), fa Falten der Hülzone im Umfang des Keimstreifs, a h äußeres, i h inneres Blatt derselben, do Dotter, i k z innere Keim- oder Dotterzellen.

B Nach erfolgter Abschnürung und Auflösung der obigen Einstülpung und Vereinigung der Bauchfalten. En das daraus entstandene Endoderm (hier aber Muskelblatt), Ex Exoderm, a h äußere, i h innere Faltenhülle, Do in Ballen geformter Nahrungsdotter, i k z Zellen derselben.

C Ausbreitung der Leibeswand (Ex) und der Innenhülle (i h) nach oben (bis r), Mes Mesoderm, d a Mitteldarm-Epithel (Cölobla st), Do Dotter, bm Bauchmark, a h, i h Außen- und Innenhülle.

im weiteren Verlauf das Keimrohr unter völliger Abschnürung von der äußern Keimhaut zu einem Darmrohr qualificiren würde.

Wie aber schon bemerkt, geschieht dies ganz und gar nicht; das Rohr löst sich vielmehr vollständig auf, und es bleibt davon nichts übrig, als was man an unserem Schnitt (Fig. 118) oben bei En* sieht, nämlich ein Haufen rundlicher Nacktzellen.

Nun wolle man aber zunächst mit Zuhilfenahme der Fig. 119 B beachten, daß jetzt die Keimzone aus zwei verschiedenen Zellenlagern besteht, die wir wieder, aber lediglich mit Rücksicht auf ihre Lage, als äußere (Ex) und innere Keimschichte (En) bezeichnen. Die äußere Keimschichte ist, wie man sieht, im Wesentlichen dasselbe einschichtige Epithel, wie vor der Einstülpung, und da dasselbe faktisch der äußern Leibes- resp. Bauchwandung des künftigen Thieres entspricht, so dürfen wir es auch ohne Weiteres als echtes Exoderm bezeichnen.

Die Frage ist nun, was aus der zweiten oder innern Schichte (En) wird.

Setzen wir einmal den für die Seewalzen-Gastrula zutreffenden Fall, daß nämlich die Zellen dieser Innenschichte die einzigen Formelemente innerhalb der Keimblase (Exoderm) wären, dann wäre deren Bestimmung bald errathen, sie bildeten einfach den gemeinsamen Ur-Keim für das Faser- und Darmblatt.

Dies ist nun auch thatsächlich die bisherige Auffassung, welche speziell durch Kowalevski ihre nähere Begründung erhielt.

Gehen wir zunächst, aber nur ganz kurz, auf die weiteren Veränderungen der fraglichen Schichte ein.

Aus Fig. 119 B ersieht der Leser, daß das innere „Blatt" (En) kurz nach seiner Lostrennung vom äußern eine

hügelartige gegen die Seitenränder des Keimstreifs sich verflachende Zellmasse bildet. Die betreffenden Zellen verschieben sich aber bald in der Weise, daß dieselben vorwiegend an den Seiten (Fig. 120 lh) angehäuft erscheinen.

Fig. 120. Fig. 121.

Querschnitt-Schemata von Hydrophilus-Keimen (nach Kow.).

120. c ra a Keimstreif, c b a ventrale Hüllen (am innere, se äußere), amh sog. Amnionhöhle, bm Bauchmark, ddB Darmdrüsenblatt-Anlage, dfB Darmfaser-, hfB Hautfaserblatt, dazwischen die Anlage der Leibeshöhle (lh).

121. dB weiter entwickeltes Darmdrüsenblatt, lh Leibeshöhle unterhalb des rinnenförmigen Darmes. Im Uebrigen die frühere Bezeichnung.

Diese seitlichen Zellstränge sind nun in erster Linie die Anlagen für das Zwischengewebe und speciell für das Darm- und Hautfaserblatt.

Soweit stimmen Kowalewski's resp. auch Hatschek's Angaben vollkommen mit den eigenen Befunden überein. Letztere Forscher gehen aber noch weiter, indem sie behaupten, daß über dem Darmfaserblatte und aus demselben Material auch das Darmdrüsenblatt entstünde und zwar zunächst in Gestalt je eines in unserer Figur 120 als quergestreiftes Band (ddB) dargestellten Epithelstreifens. Diese beiden Seitenstreifen sollten dann, vom Rande her, gegen die Mitte zusammenwachsen, und auf diese Art käme die der offenen Darmanlage der Wirbelthiere ähnliche, den Dotter von unten her umfassende Rinne (Fig. 121 dB) zum Vorschein, welche

Rinne sich dann später zu einem completen Rohr oder Schlauch vervollständigen würde.

Dieser Darmbildungshypothese gegenüber müssen wir nun den Leser vor Allem darauf aufmerksam machen, daß die obige Voraussetzung, nach welcher sämmtliche für den innern Aufbau des Embryo disponibeln Bildungselemente ausschließlich in der fraglichen Innenschichte zu suchen wären, nach unsern neuesten Untersuchungen durchaus nicht der Wirklichkeit entspricht.

Wir dürfen nämlich nicht jener sehr zahlreichen Zellen vergessen, die bei der Formung der Keimhautblase (Fig. 110 C) und zwar als Rückstände der ersten Embryonalzellen im Innern des Dotters zurückgeblieben sind und welche auch noch später und zur Zeit der Blastoderm-Invagination darin vorkommen, ja sich sogar noch durch Theilung vermehren.

Nun, um es kurz zu sagen, diese ursprünglichsten, diese primären Binnenzellen sind es eben, welche das Darmepithel oder das Coeloderm bilden, während die von der eingestülpten Keimhaut abstammenden Elemente nichts anderes als das Zwischengewebe, das Meso- oder Enteroderm liefern *).

Was aber die Art und Weise betrifft, wie die im Dotter allerorts zerstreuten Zellen sich zu einer denselben allseitig umfassenden Schichte zusammenfügen, so haben wir es da

*) Bobretzky läßt die zuerst von ihm bei der Mauerassel nachgewiesenen Dotter-Darmzellen durch Auswanderung vom eingestülpten Blastodermtheile aus entstehen. Nach gewissen Schnitten bei Lina, beim Lindenschwärmer u. A. zu urtheilen, könnte diese Erklärung z. Th. auch für die Insekten begründet werden — wenn es nicht unwahrscheinlich wäre, daß die eigentlichen Darmzellen von einer doppelten Quelle herstammen.

[illegible] einen ganz analogen Vorgang wie bei der Bildung der Keimblätterhöhle zu thun, können aber leider noch nicht die Kräfte, welche eine solche centrifugale Bewegung der betreffenden Zellen auslösen. —

Hier ist noch eine eigenthümliche und meist in die Zeit der Keimblattbildung fallende Erscheinung am Nahrungsdotter zu erwähnen. Sie besteht darin, daß sich derselbe bei vielen Insekten wie auch bei andern Gliederthieren in große kolbenartige Stücke sondert (Fig. 119 D). Diese bald früher, bald später auftretende inhaltliche Sonderung hat man als [illegible] Furchung oder Segmentirung bezeichnet. Indessen entstehen, wie wir bei Lina und anderwärts beobachteten, diese Dotterballen ganz und gar nicht durch eine einer totalen Furchung ähnliche Zerklüftung der ganzen Dotterkugel, sondern es bilden sich zunächst und zwar um je eine Wanderzelle inselartige Klumpen mitten im noch ungeformten Dotter und erst nach und nach dehnt sich diese, wie es scheint, eben durch diese Zellen veranlaßte, Sonderung auf die ganze Masse aus. Statt einer einheitlichen Dottermasse mit vielen eingeschrengten Zellen haben wir dann eine Vielheit kleinerer Dottermassen mit meist je einer Zelle. Der Vorgang läuft mit andern Worten auf eine Theilung der Ernährungsterritorien der einzelnen Wanderzellen hinaus.

Ebenso schön als lehrreich ist das Bild der mit Picrokarmin gefärbten Durchschnitte dieser Kugeln. Im Centrum liegt ein rother Kreisfleck, d. i. der Kern der Wanderzelle. Ringsum zieht sich ein weißer Strahlenhof, d. i. der Leib der Zelle, während die Hauptmasse der Kugel, der gelb gefärbte Nahrungsdotter, die Peripherie einnimmt.

Im Gegensatz zu Bobretzky, der jede der genannten Zellen mit dem sie beherbergenden Dotterballen zu einem einheitlichen Elementargebilde höherer Ordnung gewissermaßen

zu einem Ei en miniature verschmelzen läßt, müssen wir ausdrücklich betonen, daß diese Zellen zur Zeit der Darmbildung aus ihren Nährballen wieder heraustreten, und daß dann nach vollzogener Sonderung die „Dotterzellen" und Dotterballen in der Weise angeordnet sind, daß erstere die Wand, letztere den Inhalt des Mitteldarmes bilden.

Bei manchen Insekten (Pyrrhocoris) schwitzen auch die einzelnen Dotterklumpen nach dem Austritt der Zellen eine ziemlich dicke, deutlich doppeltkonturirte Hülle aus, die sich in Karmin roth färbt.

Wenn wir zum Schluß noch mittheilen, daß manche der erwähnten Zellen ihren Beruf verfehlen, d. h. im encystirten Dotter zurückbleiben und dort zu Grunde gehen, so ist dies nur ein neuer Beweis dafür, daß die strenge Gesetzmäßigkeit organischer Bildungen auch hier ihre Grenze findet. —

Bildung der Embryonalhüllen.

Der Leser hat sich überzeugt, daß, wenn man auch im gewöhnlichen Leben statt „Entwicklung" „Entfaltung" sagt, dies keine bloße Phrase ist; denn wenn auch, wie wir sahen, nicht alle Entwicklungserscheinungen auf Erweiterung, auf Krümmung und Biegung der flächenhaften Zellcomplexe beruhen, so sind doch immerhin sehr viele Veränderungen auf solche Vorgänge zurückzuführen.

Hauptsächlich war aber bisher nur von Einer Falte nämlich von jener Einstülpung der Keimblase die Rede, aus der bei gewissen Thieren der Darm entsteht, während sie bei den Insekten nur zur Bildung des Zwischengewebes führt.

Die Keimblase der Thiere bildet aber nicht bloß innere, sie erzeugt auch äußere Falten und zwar gelegentlich, so scheint

es wenigstens, zum Schutze, zur Umhüllung des in der Entwickelung begriffenen Embryo.

Von ganz besonderem Interesse sind speciell jene gleichfalls aus Faltungen der Keimblase hervorgegangenen Hüllen, in die wir selbst einmal eingewickelt waren, wir meinen die Embryohüllen des Menschen und der höheren Wirbelthiere. Wer diese Gebilde noch nicht kennt, mag sich in aller Kürze an der Figur 122 B, einem Säuger-Ei, orientiren. Der

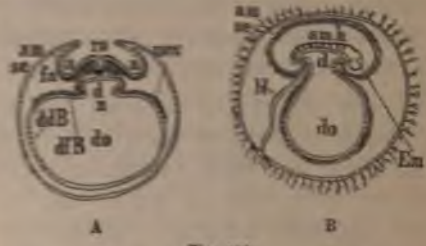


Fig. 122.

A. Querschnitt eines Säugerthiereies (mit Hinweglassung der Eihaut).

ro rinnenförmige, später zum Markrohre sich schließende Einstülpung des Keimstreifens, darunter (schwarzer Kreisfleck) die Uranlage der Wirbelsäule; d Darmrinne, durch den Nabel n mit dem Dottersack (do) zusammenhängend; fa Falten des äußeren Blattes, am Amnion, se serose Hülle, mes Mesoderm, an den Seiten sich spaltend in das Haut- und Darmfaserblatt, wovon ersteres auch das Amnion, letzteres den Dottersack auskleidet.

B Nach erfolgter Vereinigung der Amnionfalte.

am innere Hülle (Amnion), se davon losgelöste äußere oder serose Keimhülle, fa Embryo, d Darm, do Dottersack. bl Blutgefäße, welche den Stoffaustausch zwischen der Frucht und dem Fruchthälter (Placenta) vermitteln.

äußere Kreis se entspricht dem Umfang der Keimblase. Der ursprünglich daran erzeugte Embryo selbst (Em) ist aber nur ein relativ kleiner Körper und liegt jetzt ganz im Innern derselben, und der am noch offenen Darm (d) hängende Anhang (do) ist der „Dottersack". Außerdem bemerkt man noch eine Blase (am), die sich über dem Rücken des Embryo ausspannt und ganz prall mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt ist.

Letzteres Säckchen ist nun die bekannte Schafhaut (Amnion), von dem alle höhern sie besitzenden Wirbelthiere den Namen Amnioten haben. Der erstgenannte äußere Kreis (se) ist ist dann eine zweite, für Amnion und Dottersack gemeinsame schleimige Hülle, die sog. „Serosa".

Wie aber das alles so kommt, deute die Nebenfigur (A) an. se ist wieder der Keimblasenumfang, die obere Platte ro die scheibenförmige Rückenanlage des Embryo.

Um diese Embryoanlage oder die „Keimscheibe" haben sich nun, wie man sieht, zwei Falten (sa) der Keimblase erhoben, die, wenn sie über dem Embryo zusammenwachsen, die vorbeschriebene Doppelblase geben.

Zwei ganz ähnlich situirte und gleichfalls durch Faltung der Keimblase entstehende Hüllen besitzen nur merkwürdigerweise auch die Insekten.

Wir sagen „merkwürdigerweise", nicht weil es, zumal vom Standpunkt der natürlichen Zuchtwahl aus, etwas so Besonderes ist, wenn die Keimhaut den Embryo schützende Falten aussendet, sondern deswegen, weil gerade diese echten Faltenhüllen einzig und allein auf die höhern Wirbel- und die höchsten Gliederthiere, d. s. eben die Insekten, beschränkt erscheinen, letztere also in dieser Hinsicht den Säugethieren ähnlicher sind als andere niedere Wirbelthiere, wie etwa die Frösche und Fische, welche keine solchen Umhüllungen besitzen. Da nun, wie auch der eben erwähnte Umstand zeigt, eine nähere Verwandtschaft oder Homologie dieser Hüllgebilde nicht sicher begründet werden kann, so haben wir es hier wieder mit einer jener durch gleichgerichtete Anpassung erzeugten Convergenzen oder Scheingleichheiten zu thun, wie wir solche bei den verschiedensten Organismen und Organen schon öfter antrafen.

Im Uebrigen sei, betreffs des Historischen, noch vorausgeschickt, daß bereits Sukow und Herold Kenntniß von

[illegible] Zwischenstadien haben, daß sie aber erst Weismann für eine und halb darauf Kowalevsky für zwischenliegende echte Zwischenstufen erkannt, während sie z. B. von Bütschli und Ganin der vorderen Zellreihe z. Th. (Amnion) gelegnet, z. Th. (Serosa) durch Delamination oder Abblätterung erklärt wurden, wie denn überhaupt, namentlich in Bezug auf deren späteres Verhalten, alle nicht auf Schnitte gegründeten Beobachtungen noch gegenseitig weit aus einander gehen.

Durch den erwähnten Umstand läßt sich aber der Leser nicht abschrecken, sich mit der Sache etwas vertraut zu machen; denn sie ist thatsächlich weit einfacher, als es bei der Lektüre der einschlägigen Literatur der Fall zu sein scheint. —

Der Leser nehme auf nachstehendem Gruppenbilde das erste Schema (128) zur Hand.

Selbes zeigt die Keimblase, sagen wir eines Käfers, auf dem Stadium, wo sie sich bereits in eine (dicke) Keim- (kz) und in eine dünne Hüllzone (hz) gesondert hat.

Wenn wir nun sagen, daß k dem künftigen Kopf- und s dem Schwanztheil des Embryo entspricht, so weiß der Leser auch, daß wir es hier sowie in den übrigen Figuren mit einem Längsschnitt zu thun haben, und bringen wir ihn noch in Erinnerung, daß die Bildung des Embryo von der Bauchseite ausgeht.

Nun vergleiche er ein späteres Stadium (Fig. 124) mit dem früheren. Die Veränderung ist folgende. Fürs erste hat sich der Kopf- und Schwanztheil etwas in die Keimblase hinein-, und fürs zweite haben sich die zunächst liegenden Ränder der (dünnen) Hüllzone herausgestülpt. Demnach haben wir an beiden Enden oder Polen des Keimstreifs zweierlei Falten. Eine negative, welche nach innen geht und einen Theil des Keimstreifs enthält, und eine positive, ausschließlich der Hüllzone angehörig, die sich über den Embryo

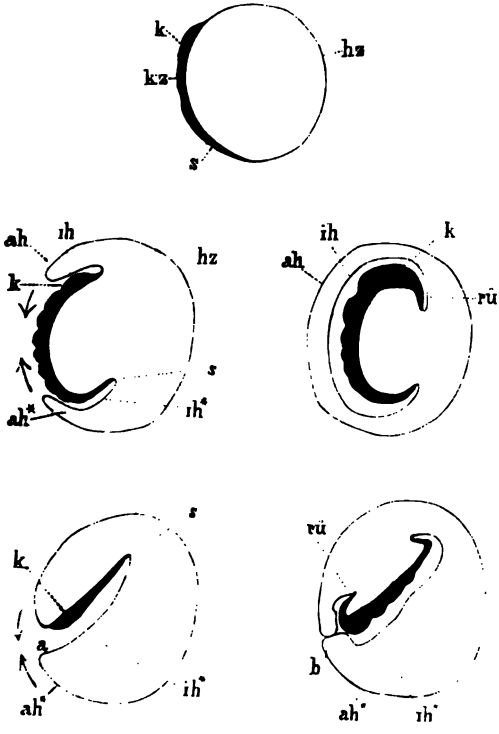


Fig. 123 — 127.

Schemata zur Erläuterung der Keim- und Hüllzonenfaltung an Längsschnitten.

123. Primärstadium. kz Keim-, hz Hüllsegment; k Kopf, s Schwanztheil des Keimstreifs (Embryo).

124 u. 125. Faltung der „Außenkeimer". ah äußeres, ih inneres Faltenblatt am Kopf; ah*, ih* dasselbe am Schwanztheil des Embryo. Die Pfeile in Fig. 124 bezeichnen die Wachsthumsrichtung der Hüllfalten, rü (Fig. 125) auf den Rücken übergreifende innere (dorsale oder negative) Falten.

126 u. 127. Faltung der „Innenkeimer". k Kopf, s Schwanz. Sonstige Bezeichnung die früheren. b (Fig. 127) durch Verwachsung der (kleinen) Kopf- und Schwanzfalte entstandenes Connectiv oder Aufhängeband. (Original.)

[illegible]. Letztere Falte, die wir ihrer Lage am Bauche [illegible] nennen, besteht, wie erstere, aus zwei Blättern, nämlich aus einem äußeren Blatt (a h, a h*), die [illegible] Fortsetzung der Hüllzone, und einem inneren (h. h*), die direkte Fortsetzung des Embryo.

Diese Beschreibung sowie die weitere soll der Leser aber nur möglichst wörtlich durchsehen, ohne am völlig durchsichtigen Ei einer Chirotonus. Legt er sich das Ei nach unserer Figur parallel, d. i. in die Profilansicht, und schaut ununterbrochen einige Minuten ins Mikroskop, so sieht er, wie die beiden Hüllblätter, nämlich die Kopf- und die Schwanzduplicatur einander sich mehr und mehr nähern und endlich [illegible] verschlingen.

Anfangs wird sich der Leser allerdings bei der ihm recommandirten Beobachtung nicht gut zurechtfinden und dies aus folgenden Gründen.

Erstens liegen die beiden Blätter der Falten nicht so weit auf einander, wie es im Schema ist, sondern z. Th. so dicht beisammen, daß sie ohne Anwendung der stärksten Vergrößerung und der besten Beleuchtung selbst Fachleute für eine Schichte halten und noch halten. Zweitens sind dann diese Blätter, wie begreiflich, keine einfachen Striche, sondern, da sie ja aus der gelligen Keimblase stammen, Epithelien, gelbkörnigfarbige und kuchlichenförmigen Zellen, machen daher auch an der Seitenansicht den Eindruck eines von Stelle zu Stelle breitig verbreiterten Bandes, wobei sie zuweilen, wenn die Zellkörper alterniren, eine einheitliche Schichte vortäuschen.

Am deutlichsten erkennt man das Gefüge dieser Blätter wahrscheinlich wieder an Schnitten und zwar wollen wir zur Veranschaulichung einen Querschnitt (Fig. 119 A S. 404) nehmen.

Der Leser wird sofort in dem beiden taschenförmigen Hüllblättern, d. h. die gestielten Falten erkennen, und der

Umstand, daß solche nicht bloß am Längs-, sondern, wie hier, auch am Querschnitt vorkommen, lehrt ihn zugleich, daß sich diese Ausstülpungen der Hüllzone nicht bloß auf den Kopf- und Schwanztheil, sondern auch auf die Seiten erstrecken, daß wir es also eigentlich weder mit zwei Längs- noch mit zwei Querfalten, sondern mit einer einzigen, freilich bald hier, bald dort rascher fortschreitenden Ringfalte zu thun haben.

Nun wird man, zumal mit Hilfe eines aus Thon oder Wachs leicht herzustellenden Modells, auch die Bilder C D in

Fig. 128.

beistehender Figur verstehen. C zeigt den Keimstreif hinten von einer Tasche, vorn von einem Ringswulst umgeben. Das ist eben unsere Falte, die hier vornehmlich am Schwanze wächst. In D ist dann der einem Püppchen nicht unähnliche Embryo von der Bauchseite schon ganz bedeckt, während sich über den Kopf nur eine Art Häubchen stülpt.

Eine sehr nahe liegende, merkwürdigerweise aber noch nie in ernsthafte Arbeit genommene Frage wäre die, wie denn eigentlich diese so beträchtliche Flächenausdehnung der Hüllzone von Statten geht.

Nach eigenen Untersuchungen geschieht dies theils durch Dehnung, man könnte fast sagen Auseinanderzerrung der Zellen, daher auch ihre Plattenform, theils durch Theilung

[illegible], [illegible] zu [illegible], daß letzterer Prozeß [illegible] (d. h. auf den Kern [illegible]) [illegible] wird.

Wir kehren wieder zu unserem Schema zurück.

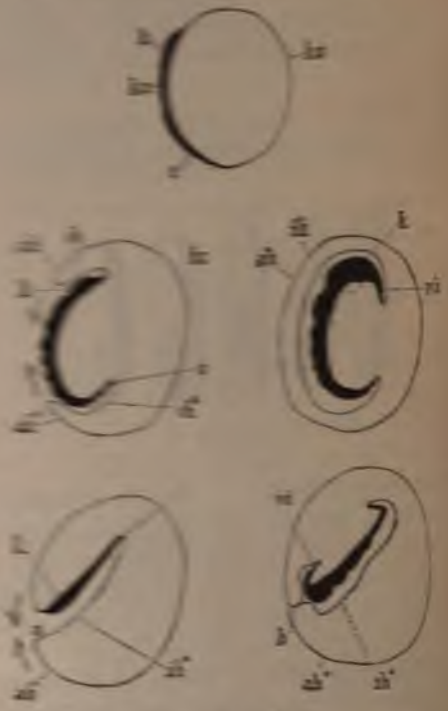


Fig. 123—127.

Wenn der Leser bei stattfindender Begegnung der Bauch- und Schwanzfalte (Fig. 124) sich vorstellt, daß sich das äußere Blatt a b mit a b'' und dann wieder das innere i b mit i b'' verbindet, so wird er begreifen, daß dann das Schema 126

zum Vorschein kommt. Das Resultat der bezeichneten Vereinigungsweise besteht somit darin, daß wir statt einer einzigen zusammenhängenden Blase zwei in einander geschachtelte Säcke erhalten, nämlich

1) eine äußere Blase = Hüllzone + äußeres Faltenblatt und
2) eine innere Blase = Keimzone + inneres Faltenblatt.

Erstere (analog der Säugethier-Serosa) ist also aus einer bloßen Hüllzone des Dotters eine gemeinsame Kapsel für Dotter und Embryo geworden, während das innere Faltenblatt nur eine „Halbscheide", d. i. eine den Embryo vorläufig nur von der Bauchseite bedeckende Hülle darstellt.

Wenn nun auch der Embryo bei der Vereinigung der Falten aus dem Kreis der ehemaligen Keimblase ausgeschaltet wird und in Folge dessen als frei zu betrachten ist, so hängt er doch bei den meisten Insekten in Folge der schon oben erwähnten innigen Berührung zwischen Innen- und Außenblatt mit letzterem zusammen, worüber man zu größerer Klarheit noch Fig. 118 consultire. Hier ist ah die äußere, ih die innere Hülle, die, wie man sieht, unterhalb des Keimstreifs ganz knapp an einander liegen.

Nur bei den Schmetterlingen stehen beide Hüllen weiter von einander ab, was z. Th. daher kommen mag, daß sich der Nahrungsdotter, an den Umbiegungsstellen des Embryo in seine Scheide, dazwischen hineindrängt.

Nach der bisherigen Darstellung könnte es scheinen, als ob sich alle Insekten, wenigstens im Anfang, ziemlich auf gleiche Art entwickelten, und von gewissen z. Th. auch durch die Form des Eies bedingten Differenzen abgesehen ist dies auch in hohem Grade der Fall.

Nur in einer Beziehung scheint schon die erste Embryonalentwicklung bei gewissen Insektengruppen sich sehr verschieden

zu verschieden, auch diesen Unterschied wollen wir noch kurz [illegible], und wir wir gleich beisetzen, auch einigermaßen verständlicher machen.

Als Regel wurde oben hingestellt, daß der Keimstreif, wie er Teil am Umfang der Keimblase bildet, auch später im Eiinnern seine äußere Lage beibehält. Dies ist auch in der Tat der Fall bei sämtlichen Insekten, die später eine auffallende Verwandlung durchmachen, d. i. bei den Käfern, Schmetterlingen, Hautflüglern, echten Zweiflüglern und Dipteren und außerdem auch bei den typischen Geradflüglern.

Bei den übrigen Insekten, d. h. bei den Schnabelkerfen (Wanzen, Läusen, Blattläusen), bei vielen ungeflügelten Orthopteren (Schaben) und auch Termiten auch bei den Springschwänzen, erfährt der Keimstreif bald früher, bald später eine sehr auffallende Lageveränderung.

Als Grundsatz kann gewissermaßen gelten (der hierauf methodisch untersuchten Insekten sind freilich erst wenige), daß auch bei den letzteren die zur Embryonalbildung führende Verdickung am Umfang der primären Blase, d. i. außen erfolgt, daß also das Keimstreifbildungs-Schema Fig. 228 für alle Insekten*) paßt.

Gegenüber den Angaben von Brandt u. A. ist dem besonders zu betonen, daß diese Verdickung gleichfalls stets einschichtig ist.

Bei der in Rede stehenden Entwicklungsart bleibt nun aber die Keimzone nicht auswendig, sondern sie stülpt sich vollständig in das Innere der Blase hinein.

Wegen dieser innerlichen Lage des Keimes nennt man nun letztere Insekten endoblastische d. h. Innenkeimer und im Gegensatz dazu die andern ektoblastische oder Außenkeimer.

---

*) Die ganz exact beobachteten Ausnahmen ausgenommen.

Nach den bisherigen Darstellungen zumal von Metschni- und Brandt wäre dieser Innenkeim, der sog. Keim-el, zuerst ein solider Körper oder compakte Zellwucherung, wie dies 129 kh darstellt, und sollte sich erst träglich in ein etwa handschuhfinger-ges Hohlorgan umwandeln, dessen dickere Wand (Fig. 126 ks) zum Embryo, die gegenüber-nde dünnere (as) aber zum inneren Hüllblatt würde.

Fig. 129.

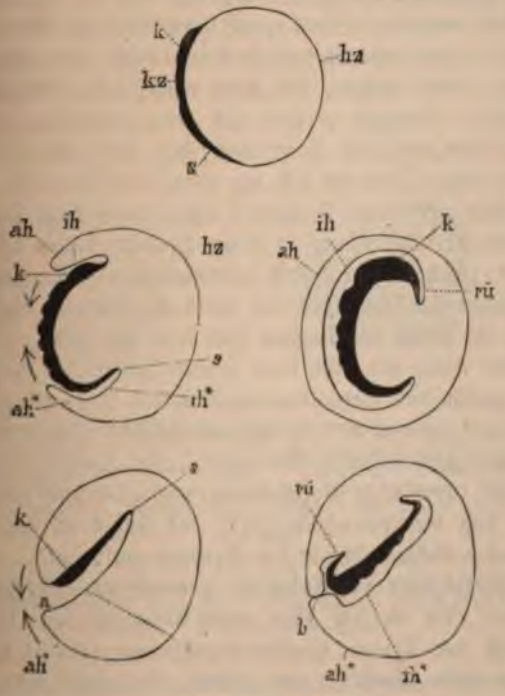


Fig. 123—127.

Wir gegenüber müssen wir nun [illegible], daß, bei [illegible] Bedeutung [illegible], der Sog. Beschaffenheit in der That nicht [illegible] als eine [illegible] Frage der [illegible] ist, die wir [illegible] [illegible] und [illegible] nur auf einer engeren Fällen [illegible] [illegible].

Sind wir aber, der Lage des Innenkeimes (Endoblast) betreffe, so bedeutet auch hier [illegible] ein fundamentaler Gegensatz zwischen [illegible] Eyoblast, sondern es handelt sich lediglich um gradweise Unterschiede in der [illegible] des Keimfortsatzes.

Wir vergleichen einmal ganz [illegible] Schema 124 und 126. Bei [illegible] (Eyoblast) liegt der Kopf des Embryos (126 k) [illegible], der [illegible] eingestülpte Schwanz (s) aber [illegible]. Dadurch ist nun auch beim Innenkeim der Fall (126 k), nur mit dem Unterschied, daß hier nicht bloß der Schwanz [illegible], sondern daß der ganze beim Eyoblast [illegible] eingestülpte Wirbelsäule eine innere Lage hat.

Eine Vor-Ueberlegung in dieser Hinsicht bilden aber gewisse, wie es scheint, gerade den endoblastischen Springschwänzen [illegible] Insektenlarven, bei denen die Einkrümmung oder Faltung in der Mitte des Körpers fällt (vgl. Fig. 131).

Wäre wenn wir auch keine solchen Uebergänge hätten, so würde gerade das Verhalten der auch den Innenkeimern [illegible] und nun zu besprechenden Hülfsfalten die nahe Verwandtschaft von beiderlei Bildungen außer Zweifel stellen.

Eine oberflächliche Vergleichung von 124 und 126 zeigt schon, daß die Innenhülle (ih*) des Endoblast der gleichbezeichneten Schwanzscheide des Eyoblast entspricht.

Vorläufig wird am Endoblast zunächst nur eine deutliche Faltung. Da es sich aber beim Endoblast nur um den Verschluß der kleinen Einstülpungsöffnung (126 a) handelt, während beim Eyoblast die Falten die ganze Länge des Embryos zu [illegible] haben, so liegt doch auf der Hand,

daß die Hüllfalten der Innenkeimer nicht so lang und deutlich wie die der Außenkeimer sein können.

Den Ausschlag für die Gleichheit oder Homologie dieser Bildungen gibt aber die Thatsache, daß sich, wie aus Fig. 127 zu sehen, factisch auch bei den Innenkeimern die den Embryo umgrenzenden Ränder der Hüllzone faltenartig vorstülpen und schließlich derart zusammenwachsen, daß, wie zuerst Brandt gezeigt, der Embryo schließlich nur mehr durch ein unter Verschmelzung der Kopf- und Schwanz-Innenhülle entstandenes Band (c) mit der nun gleichfalls zur Blase ergänzten Außenhülle zusammenhängt. Das Hüllenconnectiv der Außenkeimer erscheint also bei den Innenkeimern nur stark verkürzt und nach innen gezogen*).

131

130

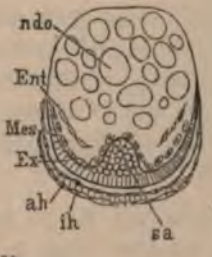


Fig. 130.
Keimanlage des Scorpion, schematisch nach Mecznikow.
ndo Nahrungsdotter, an dessen unterem Pol die scheibenartige Keimanlage entsteht, die allmälig den ganzen Dotter umwächst; Ex Exoderm, Mes Mesoderm, Ent Entoderm (?); sa Anlage des Schwanzes; ah äußere, ih innere den Embryo nach und nach ganz umwachsende Hülle. Beide Hüllblätter stellenweise durch quere Fasern verbunden.

Fig. 131.
Keimanlage eines Tausendfüßlers (Polyxenus lagurus), nach Mecznikow.
ndo gefurchter Nahrungsdotter, am untern Pol hat sich das (später faltenartig nach innen gestülpte) Blastoderm abgesondert; Ex äußeres, En inneres Blatt des Keimstreifens, h Hülle aus losen (?) Zellen.

*) Nach noch nicht ganz abgeschlossenen eigenen Untersuchungen bei Pyrrhocoris bestehen gegründete Anzeichen, daß die die Ein-

Bildung der Körperform und der einzelnen Organe.

Verschieden vom Künstler, der, um ein Bild oder Modell eines Lebendigen zu schaffen, bloß einem Klumpen Thon die äußeren Formen eines solchen aufzudrücken sucht, sehen wir die Natur bei der Bildung des Originals selbst verfahren. Entsprechend den ungleichen Theilen, aus denen ein Organismus aus- und inwendig besteht, richtet sie erst das geeignete Material für dieselben her, und erst, wenn dieses beisammen, wenn auf oft gar complicirtem Wege die nöthigen Bauelemente und Grundgewebe aus dem Keimcentralplasma ausgeschieden sind, erst dann schreitet sie zur Fundirung des Werkes selbst, das dann oft weit rascher als die vorbereitende Arbeit von Statten geht.

Das eigentliche Fundament des Insektenkörpers ist bekanntlich der Keimstreif, und unsere Aufgabe ist es nun, zu zeigen, wie dieser allmälig Form und Gestalt annimmt, und wie auch mit dem allmäligen Ausbau des Aeußern die Bildung der mannigfaltigen innern Organe ihrem endlichen Ziel entgegengeht.

Der Keimstreif, wie er zuerst erscheint, bezeichnet keineswegs die definitive Länge des Embryo. Beim Hydrophilus z. B. (Fig. 114 A st) ist er ganz kurz und muß sich erst allmälig in die Länge strecken, bei den Fliegen hingegen umfasst er, mit Kopf und Schwanz auf den Rücken umgebogen, fast den ganzen Dotter, und muß sich daher später

---

Bildungsstelle abschließende (Außen-) Hülle ähnlich wie noch Medianstreif bei Myriopoden und Scorpio (Fig. 130 III b und ab, ib) durch locale Abblätterung des Epidermis entsteht, wodurch die Brandt'sche Auffassung hinfällig wäre.

wieder zusammenziehen; denn er entspricht ja nur der unteren Hemisphäre, oder dem Bauchtheil des Embryo.

Beschauen wir uns nun zunächst die plastische Umgestaltung dieses Gebildes, und zwar insoweit sie seine äußere Schichte, das Ectoderm, betrifft. Sie beginnt bekanntlich mit einem medianen Längseindruck (Fig. 114 A). Damit ist entschieden, daß das Thier ein zweiseitiges, ein bilaterales werden soll. Das Wichtigste ist aber der zweite Schritt, das Auftreten von Querfurchen, oder die Abtheilung des Keimstreifs in hinter einander liegende Stücke oder Segmente (Fig. 132). Der Embryo qualificirt sich zum Gliederthier. Zu welchem ist freilich noch nicht gesagt; denn manche Ringelwürmer zeigen genau das Nämliche.

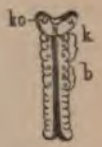


Fig. 132. Segmentirter Keimstreif eines Falters, nach Kow. ko Urkopf, k 3 Kieferkopfsegmente, b Brust.

Ob alle diese Ursegmente oder Ursomiten auf einmal entstehen oder z. Th. nach einander und in welcher Zahl und Folge, ist noch lange nicht festgestellt, wohl aber, daß bei fast allen Insekten, mögen sie als Imagines viele oder wenige freie Ringe zeigen, die Zahl dieser Abschnitte meist 18 beträgt.

Während aber auf diesem Stadium alle Segmente oder richtiger Segmentpaare wie bei einem echten Ringelwurm einander vollkommen gleich oder homonom sind, ist das erste (Fig. 133 ko) ganz auffallend größer als die übrigen. Das künftige Thier wird sich also auch eines Kopfes erfreuen, der im Laufe der Dinge, wie wir hören werden, durch Zuziehung von noch weiteren drei Ringen (Fig. 132 k u. 133 k_1—k_3) sich sogar noch bedeutend vergrößern wird. Aus dem ersten Segment, dem Ur- oder Vorderkopf, entsteht nämlich bloß der eigentliche Gehirnschädel. Der Complex der drei anderen, wahrscheinlich auch phylogenetisch später und nicht

[illegible] hinter[illegible]
[illegible]

Fig. [illegible].
[illegible] von Mustela.

[illegible]

Nach einem weiteren Stadium in Fig. 134 zu urt[illegible] ist es Ursprung der Amphibien, als ob der Urrumpf, d[illegible] Reihe aller Segmente mit Ausnahme des Urkopfes, [illegible] Teile sich abgeben wollte. Die vordersten 6 Leib[illegible]

zeigen nämlich ein Paar zapfenartige Ausstülpungen, die im nächsten Stadium als Anhänge resp., da sie ja dem Bauch angehören, sich als Beine qualificiren. Dies deutet also auf einen Vielfüßler. Doch die Sache nimmt bald (vgl. Fig. 133) ein anderes Gesicht an. Die drei ersten Segmentanhänge (k_1–k_3) wachsen nur langsam und bleiben klein, während ihnen die übrigen (b_1–b_3) voraneilen. Erstere geben eben die Mundbeine oder Kiefer, letztere die eigentlichen Gehwerkzeuge, eine Scheidung, die jedoch nicht bei allen Insekten gleichzeitig erfolgte und noch erfolgt, indem z. B. beim Calopteryx-Embryo die Mittel- und Hinterkiefer lange Zeit mehr den Beinen als den Vorderkiefern gleichsehen. Die Zahl der Embryonalbeine ist aber wechselnd; bei Hydrophilus sind es nach Kowalewski meist fünf, bei Mantis (Fig. 133 b_4) vier Paare, bisweilen gleichfalls mit der Spur eines fünften. Die letzten empfehlen sich aber bald und es bleiben stets nur drei übrig. Der Vielfüßler wird dadurch zum Sechsfüßler, zum echten Insekt.

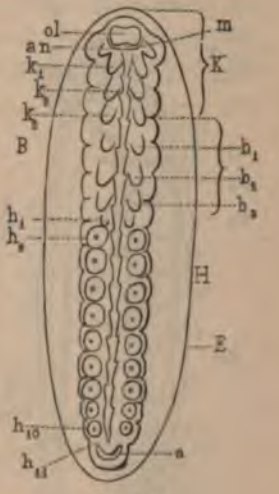


Fig. 134.
Embryo eines Schwimmkäfers (nach Kow.).
E Umriß der Eihaut. Die streifenartige Keimanlage schon deutlich segmentirt. K Kopf, ol Oberlippe, m Mund, an Fühler, k_1, k_2 Kiefer, B Brust, b_1, b_2 Beine. Am ersten Hinterleibsring (h_1) Anlage eines weiteren Gliedmaßenpaares. a After.

Während aber alle Insekten als Embryonen stets drei deutliche Kieferpaare tragen, findet man bei Kerfen, die als Larven fußlos sind, wie z. B. bei manchen Fliegen, auch im Embryo keine oder doch nur undeutliche Spuren davon (Fig. 135).

Ganz ähnliche Anhänge wie aus den genannten Segmenten stülpen sich auch aus dem Hinterkopfe, dem Vorkopf, hervor. Es sind dies die Fühler (Fig. 133 a), die der Leser nach ihrer späteren Stellung wohl nicht an der Bauchseite erwartet hat. — Das waren zunächst die Organe, die das Ectoderm an seiner Außenseite ansetzt. Nun kommen wir auf jene, die aus demselben Blatte innerlich entstehen. Deren gibt es hauptsächlich zweierlei, nämlich das Bauchmark, das aus einer Abhäutung der mittleren Keimstreifzone hervorgeht, und dann eine Reihe von Drüsen, die im Gegensatz zu den durch Ausstülpung entstandenen äußeren Anhängen durch röhrige Einsenkungen gebildet werden.

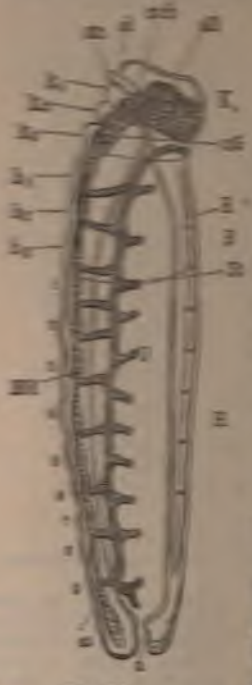


Fig. 135.
Querschnitt eines Blattwurmes (nach Kow.).
Bezeichnung wie in Fig. 134. BM. ganglienartiges Bauchmark. D Meßbare Mundhöhlen. St Deckstäbchen mit den daraus entspringenden Cuticularhaaren oder Borsten.

Ein Blick auf den quer durchschnittenen Keimstreif in Fig. 135 zeigt dem Leser einen mittleren stark verdickten Theil (a b) und zwei dünnere Randpartieen (a c). Letztere sind die sog. Seitenplatten, aus welchen die beschriebenen Anhänge entstehen, während ersterer Abschnitt die sog. Medullar- oder Hautnervenplatte vorstellt. Die Zellen der letzteren sind auf diesem Stadium (A 2) in Quertheilung begriffen, der, nach eigenen Untersuchungen, eine beträchtliche Verlängerung vorhergeht. Die äußere Lage

dieser Zellen (z) bildet das eigentliche Haut- beziehungsweise das Sinnesblatt oder die Epidermis; die durch Abschnürung entstandenen inneren (z') Zellen geben aber das Centralnervensystem, das sich zunächst in Form eines flachen Bandes vom Urkopf bis zum Schlußsegment erstreckt, somit in seiner ganzen Ausdehnung ein rein ventrales Gebilde, ein wahres Bauchmark ist.

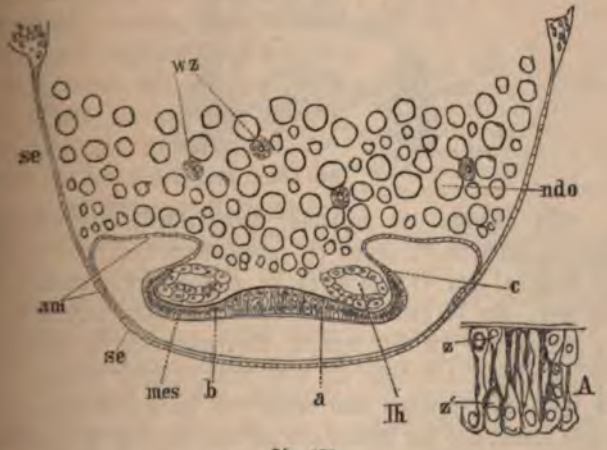


Fig. 136.
Ventraler Theil eines Querschnittes durch die Keimblase von Mantis religiosa.
am äußere Hülle, am innere Hülle, ab Nervenplatte, ac Seitenplatte, mes Mesoderm, Ih Leibeshöhle (Anlage), ndo Nahrungsdotter, wz Dotter(Darm-)zellen.
A Stück aus dem mittelsten Theil des Keimstreifs, um die Quertheilung der Zellen zu zeigen; z eigentliche Epidermis-, z' davon abgetrennte Nervenzellen.
(Original.)

Später spaltet sich aber nach Hatschek dieses eine Markband in drei Stränge. In einen mittleren Strang (Fig. 137 ms), der als eine direkt vom Hautblatt entspringende, bei den einzelnen Ordnungen aber verschieden hohe Leiste erscheint, und in zwei seitliche völlig isolirte Stränge (ss). Letztere sind die eigentlichen Markbänder. Von Segment zu Segment verschmilzt aber ein Theil des Mittelstranges mit den letzteren

und so entstünden, wenigstens nach Hatschek, die einzelnen Segmentganglien, die dann durch die beiden Seitenstränge, die sog. Längscommissuren, zu einer Kette vereinigt werden.

Fig. 137.

Wir nannten die gesammte Ganglienkette eine ventrale Bildung, trotzdem es gegen die landläufigen Begriffe verstößt, das Gehirn zum Bauchmark zu rechnen. Der Grund ist folgender. Um die Zeit, wo dies Gebilde entsteht, entsteht auch der Mund und die Speiseröhre, überhaupt der Vorderdarm, und zwar (Fig. 135 Sch) als eine blindsackartige Einstülpung des Exoderms zwischen dem ersten und zweiten Kopfsegment. Damit kommt also der Urkopf und mit ihm das erste Bauchmarksegment vor resp. über den Schlund. Es wird zum oberen Schlundganglion, während das den Mittel- und Hinterkiefern entsprechende dritte und vierte Bauchmarksegment nach ihrer späteren Vereinigung das untere Ganglion liefern und das zweite, den Oberkiefern entsprechende, die Verbindung beider zum sog. Schlundnervenringe bewerkstelligen soll.

Das Urkopfganglienpaar oder das Gehirn scheint aber, wie leicht glaublich, etwas complicirteren Ursprungs. Den Grundstock liefern nach Hatschek's Studien die Seitenstränge (Fig. 138 ss). Dieser vergrößert sich aber noch äußerlich durch Wucherung der Kopfplatten (ex), während durch eine Einstülpung des Exoderms (ia) abermals ein neuer

Theil hinzukommt und das quere Commissurensystem zwischen beiden Hirnhemisphären wahrscheinlich, zum Theil wenigstens, dem von Hatschek hier allerdings nicht erwähnten Mittelstrang (ms) seinen Ursprung verdankt.

Fig. 138.
Querschnitt durch die Vorderkopfanlage des Embryo vom Goldafter. (Nach Hatschek.)
ex Exoderm (Kopfepithel), g davon abgetrennte Gehirnzellen, fa Gehirnfalte, ss Seitenstränge, mes Mesoderm über dem Speiserohr, An Fühleranlagen.

Das Exoderm, mit dessen Organisirung wir zunächst beschäftigt, wurde schon mehrfach als Drüsenblatt bezeichnet. Dies rechtfertigt sich damit, daß einerseits die gesammte Epidermis gewisse Absonderungen liefert — die Chitinhaut z. B. ist ja nichts Anderes als ein Secret derselben — und als andererseits durch Einstülpungen oder innere Faltungen jene specifischen Organe der Absonderung und des Stoffwechsels entstehen, die wir als Hautdrüsen im allgemeinsten Sinne dieses Wortes bezeichnen. Solcher an der Körperoberfläche ausmündender Drüsen gibt es nun bekanntlich auch bei den Insekten sehr viele und mannigfaltige; wir beschränken uns aber auf die paarigen Mund- und auf die gleichfalls in duplo von Segment zu Segment sich wiederholenden Athmungsorgane oder Tracheen.

Die Munddrüsen, gewöhnlich als Speicheborgane bezeichnet, kommen im Allgemeinen, so z. B. sicher bei den Faltern und Bienen, in zwei Paaren vor, wovon das vordere dem zweiten oder Mandibelsegment, das hintere aber dem vierten Kopfring oder der Unterlippe entspricht. Bei vielen Larven funktionirt das letztere als Spinnorgan. Beide erweisen sich als echte Hautdrüsen. Sie entstehen nämlich, wie jüngst wieder Hatschek gezeigt, aus einer faltenartigen Einstülpung des Exoderm, die sich dann allmälig, oft unter mehrfacher Verästelung, zu einer Röhre verlängert und inwendig eine Chitinlage absondert.

[illegible] Fig. [illegible] [illegible] auch bei den [illegible] auch bei den [illegible]

Fig. [illegible]

[illegible] sind sehr wahrscheinlich [illegible] von [illegible] abstammen.

Uebersicht der [illegible] Sonderausbildungen.

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—
	[illegible]		[illegible]	—	[illegible]	
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	
			[illegible]		[illegible]	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible] (Zähnen)	[illegible]
	[illegible]		[illegible]	[illegible]		[illegible]
[illegible]	[illegible]					
	[illegible]					
	[illegible]					
	[illegible]					
	[illegible]					
	[illegible]			[illegible]		[illegible]
	[illegible]			—		—
	[illegible]			—		—

An die eben beschriebenen reinen Exodermbildungen schließen wir die Entwicklung eines hochwichtigen Binnenorgans, nämlich des Darmkanales an.

Eine schöne Uebersicht gibt zunächst der beinahe einem Schaukelpferd ähnliche Längsschnitt eines Mauerassel-Embryo (Fig. 140).

Fig. 140.

Längsschnitt durch einen fast reifen Embryo der Mauerassel, nach Bobretzky. hnB mehrschichtiges und segmentirtes Hautnervenblatt, aus dem die Bauchdecke und die Ganglienkette hervorgeht; vorne und hinten geht es in das einschichtige Exoderm (Ex) über, durch dessen Einstülpung der Vorder- (sp) und der Hinterdarm (hD) entsteht; m Mund, a After, g Gehirn, hfB Hautfaser-, dfB Darmfaserblatt, Lr Lebersack, mD Mitteldarm, ddB Darmdrüsen-, LdB Leberdrüsenblatt.

Da von der Bildung eines Darmschlauches die Rede ist, so wird der Leser in den beiden einander entgegenwachsenden blindsackartigen Einstülpungen sp und hD ohne Zweifel die Anfänge eines solchen vermuthen, sich aber wahrscheinlich zugleich vorstellen, daß das Rohr einfach auf die Art zu Stande kommt, daß die betreffenden Blindsäcke in der Mitte des Körperinnern auf einander stoßen und an der Berührungsstelle sich öffnen werden.

So einfach geht die Sache aber nicht ab. Die gewissen Einsackungen (des Exoderm) sind und bleiben nämlich nur

[illegible] bei gewisser Konsistenz, während der Mittelteil d. h. also der Darm im engeren Sinne, einen ganz andern Ursprung nimmt.

Derselbe entsteht aus jenen im Dotter zerstreuten Bildungskernen, die wir schon oben als Darmzellen bezeichneten.

In unserer Figur (140) stellen dieselben (ddB) größten Teils noch eine compacte Masse dar; nur unten bei LdL sieht man, daß sie bereits aus dem Dotter herausgetreten sind und daß hier die Bildung des Drüsendarmsackes in Frage ist.

Daß nun aber wirklich auch bei Insekten ganz ähnliche Verhältnisse bestehen, mag vorläufig, bis unsere größere Arbeit erscheint, der Längsschnitt durch den fast reifen Lina-Embryo in Fig. 141 zeigen.

In der polaren Einstülpungen sD und eD wird man wieder den Schlund- resp. den End- oder Afterdarm erkennen. Dazwischen liegen nun zwei große weite Blasen, die getrennten Durchschnitte durch den etwas gebogenen Mitteldarm. Die Wand desselben d. i. das Drüsenblatt ist hier aber schon vollständig gebildet und besteht aus einer Schichte ziemlich hoher Cylinderzellen. Man sieht zugleich, daß aller noch nicht verbrauchter Dotter in diesem Mitteldarm eingeschlossen ist, daß er somit die Stelle eines Dottersackes vertritt.

Erklärung zu Fig. 141 S. 433.

Fast median Längsschnitt durch das Ei und den schon ganz entwickelten Embryo des Pappelblattkäfers.

Hüllen: ch Schalenhaut (Chorion), dh Dotterhaut, ah äußere (zellige) der Dotterhaut anliegende Keimhülle, ih innere (zellige) dem Embryo sich anschmiegende Keimhülle. Embryo: Ex Ectoderm, oG oberes, uG unteres Schlundganglion, k Dotterkeim, wa Wand, sD (eingestülpter) Schlunddarm, mD Mitteldarm, ß, ß, ß Beine, eD Enddarm, a After, ch—ch trichterartige Anlagen der Stigmen und Tracheen. Vergr. 100/1. (Original)

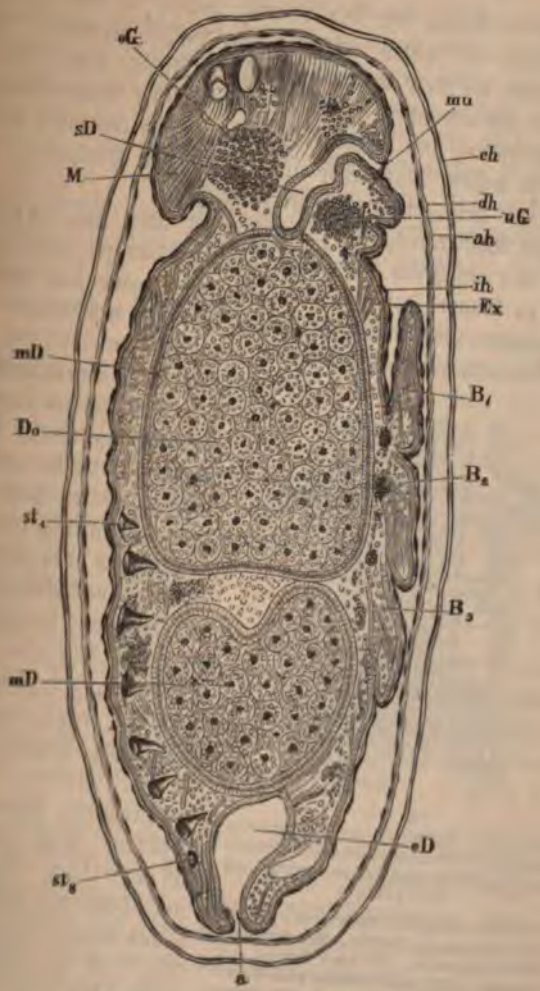


Fig. 141. (Erklärung s. S. 432.)

Dieser Dotter ist ferner noch immer in jene großen (dem Laien als Zellen erscheinenden) Ballen gesondert, von denen oben die Rede war, und auch der Inhalt dieser Ballen ist noch ein ähnlicher, d. h. man findet bei Doppelfärbung mit Pikrinsäure und Karmin 1) einen rothen centralen Kern, 2) einen hellen Plasmahof und 3) an der Peripherie des letztern die gelb gefärbten Dotterkügelchen.

Die Besprechung des Mittelblattes oder Mesoderms haben wir absichtlich auf zuletzt gelassen, nämlich um einfach sagen zu können, daß aus ihm alle jene Organe und Gewebe hervorgehen, welche den Hohlraum zwischen dem Haut- und dem Darmschlauche einnehmen.

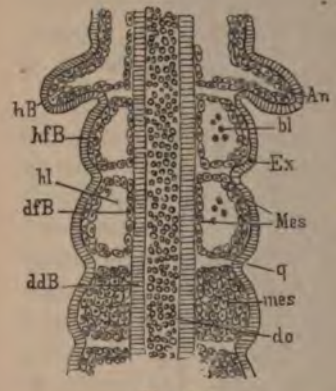


Fig. 142.
Schematische Darstellung der Segmentirung des mittleren Keimblattes an einem horizontalen Längsschnitt eines Scorpionembryos nach Mecznikow.

Ex Exoderm, ddB Darmdrüsenblatt; zwischen diesen Blättern die hohlen „würfelförmigen" Mesodermsegmente; hfB deren äußeres oder Hautfaser-, dfB deren inneres oder Darmfaserblatt, lh Leibeshöhle, bl Blutkörperchen darin, do Nahrungsdotter.

Am Querschnitt in Fig. 136 sieht der Leser die ersten Anlagen dieser Theile in Gestalt zweier anfangs solider, später hohl werdender Zellstränge (mes) an den Seiten der mittleren Keimstreifverdickung, aus der die Ganglienkette hervorgeht. Mit der Segmentirung des Exoderms zerfallen dann nach den bisherigen Angaben auch diese Zellstränge in eine entsprechende Anzahl von Stücken. Dies soll nach Mecznikow besonders am Schwanze des Scorpions deutlich sein, wovon Fig. 142 ein Stück darstellt. Ex zeigt das ge-

gliederte Exoderm, d. i. den Hautschlauch, dd B das einfache Darmrohr. Dazwischen bemerkt man auf beiden Seiten die würfelartigen Theilstücke des Mittelblattes. Diese Mesodermabschnitte bleiben aber nicht solid, sondern es entsteht in ihrer Mitte (vgl. den vorderen Theil der Figur), wie schon früher angedeutet, ein Spaltraum (hl), der von großer Bedeutung ist. Derselbe ist nämlich die erste Anlage der Leibeshöhle, die also, ganz unabhängig vom Darmschlauch und meist schon vor dessen Vollendung als eine einfache Lücke im Mittelblatt entsteht.

Diese Gliederung oder Kammerung der Leibeshöhle, welche man bei gewissen Würmern zeitlebens findet, ist aber bei den Insekten nur ein vorübergehender Zustand, indem sich die queren Scheidewände (q) sehr bald auflösen. Das Mesoderm besteht dann im Wesentlichen aus zwei Lamellen. Die äußere, das Hautfaserblatt, verwandelt sich hauptsächlich in die Muskeln des Hautskelettes und behält z. Th. ihre ursprüngliche Gliederung bei; die innere Schichte dagegen überzieht als continuirlicher Schlauch den Verdauungstract, es ist das Darmfaserblatt.

Außerdem entstehen aus dem Mittelkeim noch folgende Gewebe. Erstens einmal das Blut, dessen Formbestandtheile, die Blutkörperchen, als abgelöste Mesodermzellen zu betrachten sind, und dann die Bindesubstanzen, welche die in der Leibeshöhle liegenden Organe überziehen und unter einander befestigen.

Das Mesoderm dient aber nicht bloß zur Vervollständigung und Ausrüstung der den übrigen Keimlagern entstammenden Organe, es liefert auch selbständige Körpertheile. Dahin gehört vor Allem das als Herz fungirende Rückengefäß, dessen Ringmuskeln (nach eigenen Beobachtungen) aus meist paarweise verschmelzenden Zellen entstehen, und dann die gewisse

im ersten Band näher beschriebene Bauchpresse. Die übrigen Blutbahnen dagegen sind einfache Spalten des Mittellagers.

Der Leser dürfte nun von jedem der vielen Einzeltheile des Insektenorganismus anzugeben wissen, von welchem der drei Zellcomplexe, in die das embryonale Bildungsmaterial gesondert ist, sie ihren Ursprung nehmen. Nur von einem Organ, und zwar von einem der interessantesten, nämlich dem der Fortpflanzung, ist die Abkunft noch sehr zweifelhaft, möglicherweise aber auch bei den einzelnen Abtheilungen eine sehr verschiedene.

Während manche neuere Forscher die Geschlechtsdrüsen, ähnlich den Malpighi'schen Gefäßen oder den Nieren der Insekten, aus dem Enddarm hervorsprossen lassen, sie also auf das

143

144

Fig. 143.
Eientwicklung einer Gallmücke (Cecidomyia), nach Mecznikow.
A Ei. Do Dotter-, k Keimfach.
B Do rückgebildetes Dotterfach. Theilung des Keimbläschens. pz Polzelle.
C Fertige Keimhaut (kh). Polzellen vermehrt.

Fig. 144.
Eientwicklung einer Larven gebärenden Blattlaus.
A kh Keimhaut, hü Keimhügel, z Mutterzelle des secundären Dotters.
B Fortgeschritteneres Stadium. s Verdünnte Keimhaut (Embryonalhülle), am Innenhülle, ks innerer Keimstreif, Do neugebildete Dotterkugeln, g Anlage der Geschlechtsorgane.

Exoderm zurückführen, haben zuerst Weismann und dann Mecznikow und Leukart eine ganz eigenthümliche und von den Keimblättern unabhängige Bildung angenommen. Nach diesen entsteht zur Zeit der Keimblasenbildung am

Hinterpole des Eies eine Zelle (Fig. 143 pz), welche der Entdecker deshalb auch als Polzelle bezeichnete.

Unter rascher Vergrößerung theile sich dann diese Zelle mehrmals und so entstehe eine ganze Gruppe von Zellen, gewissermaßen also ein selbständiger Geschlechtskeim.

Abschluß der Körperwandung.

Zwei Principe oder Systeme sind es, die in Bezug auf den Aufbau des Embryonalkörpers bei den verschiedenen Thieren befolgt werden, und wir bezeichnen sie kurz als den geschlossenen und den offenen Bau.

Einen geschlossenen Bau zeigte uns z. B. die Seewalze, insofern hier zuerst, wie bei Errichtung eines Hauses, der äußere Rohbau, d. i. die gesammte Leibeswand des Thieres vollendet und erst dann, ganz allmälig, auch das Innere organisirt wird.

Diese Bauart ist jedenfalls die ursprünglichste, und sie ermöglicht, wie das Beispiel der Seewalze zeigt, eine sehr baldige Benutzung des Baues, d. h. eine frühe Selbständigkeit und Lebensfähigkeit des Embryo.

Obwohl, z. Th. gewiß aus den angeführten Gründen, diese Bauart auch weitaus die verbreitetste ist, so kommt sie bei den Insekten nur ganz ausnahmsweise, nämlich nach Ganin's schönen Entdeckungen, bei gewissen in den Eiern anderer Thiere aufwachsenden Schlupfwespen vor, welche den Seewalzen ähnlich, in einem ganz oder doch beinahe keimblasenartigen Zustand und demnach auch ganz außerordentlich früh der Eihaut entschlüpfen.

Von einer offenen Bauart aber sprechen wir dort, wo sich die Embryonalanlage nicht über den ganzen Umfang des Dotters erstreckt, sondern wo der Embryo mit seiner Leibeswand nur ein Segment der Dotterkugel bedeckt und der noch

im ersten Band näher beschriebene Bauchpresse. Die übrigen Blutbahnen dagegen sind einfache Spalten des Mittellagers.

Der Leser dürfte nun von jedem der vielen Einzeltheile des Insektenorganismus anzugeben wissen, von welchem der drei Zellcomplexe, in die das embryonale Bildungsmaterial gesondert ist, sie ihren Ursprung nehmen. Nur von einem Organ, und zwar von einem der interessantesten, nämlich dem der Fortpflanzung, ist die Abkunft noch sehr zweifelhaft, möglicherweise aber auch bei den einzelnen Abtheilungen eine sehr verschiedene.

Während manche neuere Forscher die Geschlechtsdrüsen, ähnlich den Malpighi'schen Gefäßen oder den Nieren der Insekten, aus dem Enddarm hervorsprossen lassen, sie also auf das

143

144

Fig. 143.
Eientwicklung einer Gallmücke (Cecidomyia), nach Mecznikow.
A Ei. Do Dotter-, k Keimsach.
B Do rückgebildetes Dottersach. Theilung des Keimbläschens. pz Polzelle.
C Fertige Keimhaut (kh). Polzellen vermehrt.

Fig. 144.
Eientwicklung einer Larven gebärenden Blattlaus.
A kh Keimhaut, hü Keimhügel, z Mutterzelle des secundären Dotters.
B Fortgeschritteneres Stadium. s Verdünnte Keimhaut (Embryonalhülle), am Innenhülle, ks innerer Keimstreif, Do neugebildete Dotterkugeln, z Anlage der Geschlechtsorgane.

Exoderm zurückführen, haben zuerst Weismann und dann Mecznikow und Leukart eine ganz eigenthümliche und von den Keimblättern unabhängige Bildung angenommen. Nach diesen entsteht zur Zeit der Keimblasenbildung am

versieht, so ist auch unser Embryo und zwar, wie uns von früher bekannt, sogar mit einer doppelten Hülle über-

Fig. 145.
Profilansicht eines fast vollendeten Embryo von Chironomus (nach Weismann). vk Vorderkopf, g Gehirn, f Fühler, k_1—k_3 Kiefer, sp Speiseröhre, ed Enddarm, beide durch Einstülpung des Exoderms gebildet und münden in do, den Dottersack (Mitteldarm).

zogen, über deren Verhalten man nachstehende Fig. 146 zu Rathe ziehe.

Die dicke, in der Mitte eingekerbte Lage (Ex) ist der Querschnitt durch unsern noch sehr flachen Kahn. Soweit nun dessen Wände reichen, geht auch eine dünne Decke, die Innen-

Fig. 146.

[illegible] (Fig.), welche eingeschnitten mit den Kopfrändern verwachsen [illegible]. Da es dann der Fall oder Bord aufgehäufte Ladung, welche [illegible] dem Embryo von einer zweiten Decke, der Kopfschwiele (k k), umhüllt wird. Dasselbe sieht man auch [illegible] Fig. 147 A, wo k der Embryo, i die Innen- und [illegible] die Kopfschwiele.

Fig. 147.

[illegible] zur Veranschaulichung der Entstehungsweise der Zwillinge und [illegible] Kopfschwiele an Cuculidenlarven.

A. Junge, i Innen-, a Kopfschwiele, a-i vereinigtes Innen- und Kopfschwiele.

B. Allgemeiner Typus.

D. Embryo bei der Geburt und bei Schwarzmeisen (nach Kade), wo [illegible] gleichfalls fehlen.

C. Embryo bei Pirolgrasmücke etc. (nach Kade), mit abgeschlossener Kopfschwiele.

E. Embryo nach einigen Tagen bei der Zwillingsbildung.

F. Embryo, welche bei der Kuckuck gelegentlich vorkommende Zwillingsbildung [illegible] der Kopfschwiele bei gleichzeitiger Dauer der Embryo-Kopfschwiele [illegible]

G. Der Kopfschwiele (nach Kade). Das gelbere Hervorragende a b c mit [illegible] mit dem Kopfrand a-c, während das Innere a b c sich [illegible]

(Original.)

Die Frage ist nun, wie sich die Leibeswand des Em[illegible] am Rücken ergänzt, wie sie also aus einer Rinne ein [illegible] Röhre wird.

Für den Fall, als sich bei der Schließung der Leibeswand in irgend einer Weise auch die beiden, gleich dem Embryo selbst ja auch aus der Keimblase entstandenen Hüllen betheiligten, gäbe es selbstverständlich der Möglichkeiten oder Variationen wieder sehr viele, und siehe da, alle oder doch die meisten dieser Conjecturen sind auch faktisch schon angenommen worden.

Fragen wir aber einmal, welche Rückenschließungsweise erstens mit Rücksicht auf analoge Zustände bei den Wirbelthieren und zweitens mit Bezug auf die diesem Akte vorhergehende Faltenbildung an der Bauchseite wohl die naheliegendste sein möchte, so bietet sich die Lösung des Problems an der letzterwähnten Fig. 147 A so zu sagen von selbst dar.

Es brauchen nur die beiden Falten, welche die Embryowand mit der Innenhülle bildet und die wir früher als negative beziehungsweise als dorsale, d. i. zum Rücken hinstrebende bezeichneten, nach oben verlängern und über dem Dotter zusammenwachsen, so erhalten wir (Fig. 147 B) gleichzeitig 1) eine allseitig geschlossene Leibesform (k) und 2) eine letztere rings umgebende Innenhülle (i).

Sonderbarerweise ist aber diese einfachste Art der Rückenschließung erst zuletzt und zwar von Kowalewski für die Biene und (unter gewissen Modificationen) auch für die Schmetterlinge nachgewiesen, während von demselben Forscher für andere Insekten z. Th. noch die früheren Annahmen beibehalten werden.

Auf Grund ausgedehnter eigener Studien sind wir aber in der Lage, behaupten zu können, daß die Rückenschließung durch einfaches Verwachsen der Dorsalfalten die verbreitetste zu sein scheint und speciell auch bei solchen Insekten (z. B. Käfern) vorkommt, denen K. selbst sowie andere Embryologen, wie besonders Melnikow, ein abweichendes Verhalten zuschreiben.

Zu größerer Deutlichkeit beliebe man die Figuren 146 A B C (von Lina) zu vergleichen. Bei B liegen die Ränder der gewissen Dorsalfalten (r) noch sehr tief; der Embryo ist ein flacher Kahn.

Sie erheben sich aber rasch in der Richtung der Pfeile, und bei C stehen sie schon hoch am Rücken (r). Der Embryo gleicht einem stark überwölbten Boote.

An ganz durchsichtigen Embryonen z. B. bei Chironomus kann man übrigens diese Dorsalfalten auch direkt sich vereinigen sehen, und daß dies auch bei Lina geschieht und daß hier nach erfolgter Vereinigung faktisch außer der geschlossenen Leibesform auch eine sie rings umgebende Innen- und Außenhülle besteht, ist schon aus Fig. 141 (S. 433) zu ersehen, welche Figur zugleich die specifischen Eihüllen zur Ansicht bringt.

Von letztern unterscheidet man außen zunächst die derbe lederartige Eischale (ch), darauf die dünne meist nur an Schnitten wahrnehmbare Dotterhaut (dh). Nun kommen erst die eigentlichen Embryonalhäute. Die äußere derselben (ah) liegt unmittelbar der Dotterhaut an und ist einer den Embryo einhüllenden Windel zu vergleichen. Die innere Hülle hingegen (ih) gleicht einem zarten Kleide, das sich allen Unebenheiten des Embryo anschmiegt. Wir unterscheiden daran eine Haube für den Kopf, einen Kragen für den Hals, eine Decke für den Rücken, Scheiden für die Beine u. s. w. Erst auf diese Membran folgt dann die eigentliche und zwar schon mit einer Chitinlage versehene Haut des jungen Insekts, welche in Folge der Präparation sich bisweilen ablöst.

Das Wachsthum der gewissen inneren Falten, durch welche die obere Leibeswand gebildet wird, erfolgt fast allgemein so, daß sie, knapp unter der äußeren Hülle liegend, den freiliegenden Dotter von allen Seiten umspannen und schließlich

nach ihrer Vereinigung denselben vollständig zwischen sich einschließen. Eine bemerkenswerthe Ausnahme machen aber, wie zuerst Kowalewski und Dohrn zeigten, die Schmetterlinge. Hier neigen sich nämlich die freien Ränder der offenen Keimstreifrinne nicht über, sondern innerhalb des Dotters zusammen, und nach stattgefundener Vereinigung bleibt ein großer Theil des letzteren außerhalb des geschlossenen Embryo auf dem Rücken liegen.

Fig. 148.
Längsschnitt durch ein 10 Tage altes Ei des Schwammspinners mit Hinweglassung der Schalenhaut.
dh Dotterhaut, ah äußere Hülle (die innere vom Xylographen übersehen worden), p peripherischer, do eigentlicher Dotter, uk Urkopf („Seitenplatten"), f Fühler vd blindsackartiger Vorderdarm, k_1—k_3 Kiefer-, b_1—b_3 Beinanlagen, h_1—h_{10} Hinterleibsringe (die letzten bereits geschlossen), ed Enddarm, md künftiger Mitteldarm. (Original.)

Näher erläutert wird dies Verhalten durch unsern Längsschnitt Fig. 148. Die zweite Kreislinie ah ist die äußere Hülle, welche den Embryo sammt dem Dotter umgibt. Die convexe unmittelbar der Außenhülle anliegende Seite des Embryo ist

[illegible] Kopf [illegible] und dem Schwanzende [illegible] und gerade auf der Rückenseite eine [illegible] Öffnung, durch welche der Innenraum des Eies mit dem äußeren Medium zusammenhängt. Letzterer wird [illegible], nach allseitiger Rückbildung, vom Embryo durch den Mund aufgenommen. Es ist also ein „Nahrungs"-Ei im [illegible] Sinne nicht Dotter.

Die Schale zeigt noch eine andere Eigenthümlichkeit. Während nämlich bei den höheren Fischen [illegible] der Dotterhaut eng anliegt, [illegible] man hier ganz allgemein zwischen dieser Membran eine weitere Schalenhaut, die mit einer aus gehärteten [illegible] gebildeten Schale erfüllt ist. Mit der äußeren Hülle [illegible] man [illegible] dieser peripherische Dotter vom Blute aufgenommen. Außerdem überzieht dann die äußere Hülle noch eine [illegible] Eiweißhaut [illegible].

Ganz kurz [illegible] noch die übrigen Rückenschließungstheorien berührt.

Die der [illegible] entstehenden Bildungstheorie am nächsten liegende ist von [illegible], der, nach der völligen Vereinigung der Falten, die Leibeswand von der Innenhülle sich lösen und [illegible], [illegible] Membranen unabhängig von einander sich [illegible] [illegible]. Bei der Hülle sollte dies (vgl. Figuren [illegible]) früher geschehen.

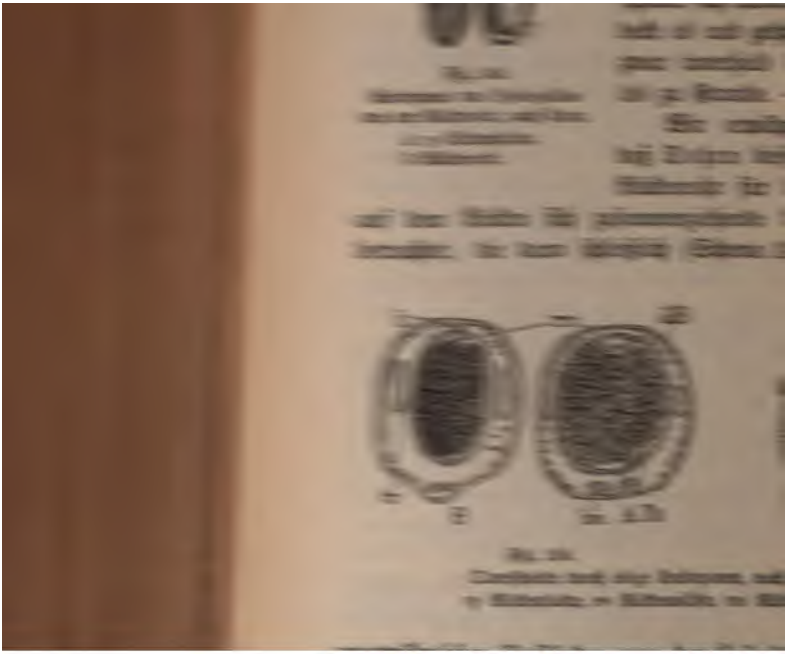
Die übrigen Theorien kann man als Einstückelungstheorien zusammenfassen, da sie alle auf der Annahme beruhen, daß der Rückentheil der Leibeswand direkt durch Einstülpung der Hülle entstehe. Da gibt es aber, was gewiß nicht sehr für die Richtigkeit dieser Anschauungen spricht, nicht weniger als drei Variationen. Die Completirung oder Ausfüllung des Rückens soll nämlich entweder durch die Innenhülle, oder durch die Außenhülle allein, oder durch beide zugleich geschehen.

Die erste Variation, durch Mecznikow vertreten, ist in Fig. 147 D fixirt. Hier soll dem Abschluß des Rückens durch die Innenhülle ein Zerreißen der letzteren vorausgehen, ein Vorgang, der auch faktisch nicht selten z. B. bei Phryganea vorkommt.

Fraglich ist es aber noch, ob die aus dem Zerfall der Innenhülle hervorgehende und dem noch offenen Rücken pfropfartig aufsitzende Zellmasse direkt in die Leibeswandung übergeht. —

Die zweite dieser Anschauungen nennen wir kurz die Kowalewski'sche. Trotz ihrer Complicirtheit wollen wir versuchen, sie dem Leser deutlich zu machen. Er betrachte den Querschnitt in Fig. 147 G. Der dunkle Streif cea ist die bauchständige Keimanlage. Darunter bemerkt man nun zwei Linien: cba. Davon ist eine die Innenhülle, die andere der ventrale oder untere Abschnitt der Außenhülle. Der Bogen (cda) über dem Keimstreif ist das obere Segment der Außenhülle. Kowalewski nimmt nun an, daß in einem gewissen Stadium die Hüllgebilde unter dem Keimstreif (a-i) verschwinden und daß gleichzeitig der auf diese Art isolirte Keimstreif mit dem obern Theil der äußeren Hülle zusammenwachse. Der eigentliche Keimstreif würde also die Bauchhemisphäre, die äußere Hülle die Rückenhemisphäre des Thieres bilden. Die Hülle selbst gehe aber zu dem Zwecke ganz eigenthümliche Veränderungen ein, welche in gewissem Sinne die früher am Keimstreif abgelaufenen wiederholen.

Zunächst bilde sich auf ihr (Fig. 151) eine Verdickung, die Rückenplatte (rp). Dann erheben sich die dünnen Randstellen in Gestalt zweier Falten (rw), welche über der Platte zusammenwachsen und dieselbe in ein (Rücken-) Rohr verwandeln. Letztere Vorgänge wären nicht bloß an Querschnitten, sondern auch an Totalansichten des Embryo bemerkbar.



wohl sagen, daß das endliche Schicksal der Hüllen z. Th. ein sehr verschiedenes ist.

So viel über die äußere Vollendung der „Außenkeimer".

Es erübrigt uns noch zum Schluße, auf den Innenkeim zurückzukommen, den wir in Fig. 127 in einer handschuhfingerartigen Einstülpung der Keimblase verließen.

Beistehende Figur 152 A führt uns nun einen solchen, aber bis auf den fehlenden Rücken schon sehr entwickelten Binnenembryo einer Libelle neuerdings vor.

Fig. 152.
Embryone von Calopteryx (Libelle) in der Eischale, nach A. Brandt.
s äußere Hülle (Keimblase), ku kuchenartige polare Verdickung derselben, h innere Hülle, ko Kopf, sch Schwanz des Embryo.
an Fühler, k_1—k_3 Kiefer, b_1—b_3 Beine.

Wie wird nun dieser seinen Rücken erhalten? Im Ganzen, wie aus eigenen Schnitten zu ersehen, auf dieselbe Weise d. h. durch Verlängerung der gewissen (auf Fig. 127 mit r angedeuteten) Rückenfalten.

Wie Fig. 152 A zeigt, ist aber hier nicht aller Dotter wie bei den Außenkeimern über dem Rücken des Embryo vereinigt, und eben dies scheint, bevor es zum völligen Abschluß des letztern kommt, im Verein mit andern Ursachen eine auffallende Lageveränderung nothwendig zu machen.

Der rinnenförmige Embryo stülpt sich, um es kurz zu sagen, mit dem Kopf voran, aus seiner Tasche hervor und nimmt die auf B bezeichnete Außenkeimlage an, wobei, wie durch künstliche Imitation dieses Vorganges an einer Doppelblase zu beobachten, die gleichzeitig zerreißenden, aber der

Embryowand sich eng anpressenden Hüllen den provisorischen Rücken bilden. —

Mögen übrigens hier sowohl als in den früheren Fällen die zelligen Hüllen was immer für Veränderungen erleiden, so werden sie doch schließlich immer vom Embryo vollständig resorbirt, und hierin liegt ein wichtiger Unterschied gegenüber dem bekannten Schicksal der analogen Gebilde bei manchen Wirbelthieren.

II. Theil.

Entwicklung nach dem Verlassen des Eies (Postembryogenese).

Die Erfahrung lehrt, daß die Entwicklung der aus Eiern (oder sonstwie) erzeugten Nachkommen eines Thieres früher oder später mit einem Zustand ihren definitiven Abschluß findet, der, von unwesentlichen Modificationen abgesehen, nichts Anderes als eine Wiederholung des Zeugungsorganismus, oder eine Wiederherstellung des Ursprünglichen ist. Diesen Zustand nennt man bekanntlich das Reifestadium, und charakterisirt sich dasselbe 1) durch eine gewisse Normalgröße, 2) durch eine bestimmte Körpergestalt und 3) endlich, durch die Fähigkeit der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Dies Gesetz hat nun, wie jeder weiß, auch auf die Insekten Anwendung, d. h. aus dem Ei eines Schmetterlings z. B. entsteht immer wieder ein Schmetterling, aus dem Ei der Biene eine Biene und niemals etwas Anderes.

Ohne uns jetzt zu fragen, ob die Vorgänge während der früher behandelten ersten Entwicklungsperiode immer von der Art sind, daß dabei, bildlich zu sprechen, stets nach dem endlichen Ziele hingearbeitet wird, wollen wir nunmehr das letzte Resultat dieser Entwicklung, d. i. den fertigen Embryo mit seinen Eltern vergleichen.

Und da zeigt sich sofort einmal, daß der ausgebildete Embryo oder was dasselbe ist, der junge Nach- (Post-) Embryo bei sämmtlichen Insekten in mehrfacher Hinsicht vom definitiven Zustand verschieden ist, und dann daß die Größe dieses Unterschiedes bei den verschiedenen Insekten eine außerordentlich ungleiche ist.

Die allgemeinen Unterschiede liegen 1) in der Größe. Kein Embryo ist bekanntlich so groß wie das Mutterthier, sondern, und ist um das Hundertfache, kleiner als das letztere. Sie liegen dann 2) in der Unfertigkeit der Zeugungsorgane resp. in der Unfähigkeit zur geschlechtlichen Fortpflanzung.

Schon daraus folgt, daß die Entwicklung des Insekts mit der Embryonalperiode noch nicht zu Ende ist, sondern daß es auf alle Fälle noch wachsen und gewisse Organe weiter ausbilden muß.

Aus dem Umstande, daß das junge Insekt wachsen oder an Masse zunehmen muß, folgt ferner, daß diese Veränderungen nicht mehr an einem nach außen hin unthätigen Wesen vor sich gehen können, sondern daß das sich weiter Entwickelnde, wofür es eben im Ei die nöthige Ausrüstung an Sinnes-, Bewegungs- und Aufnahmsorganen erhalten hat, in Zukunft für sich selbst zu sorgen hat.

Mit dieser, wie es scheint, dem mündig gewordenen Insektenjünglinge nicht so unangenehmen Obliegenheit, ist aber auch eine Plage, nämlich die in Folge des Wachsthums nothwendig werdende periodische Häutung verbunden.

Um nun auf die besonderen d. h. auf die von Art zu Art wechselnden Unterschiede zwischen dem jungen Postembryo und dem Reifestadium zu kommen, so handelt es sich dabei um diverse mehr weniger auffallende Abweichungen in Bezug auf die ganze Körpergestaltung, und so müssen dem Endstadium selbstverständlich eine Reihe von Neuerungen und Wandlungen

vorausgehen, die es, im Zusammenhange mit den früher bezeichneten Zustandsveränderungen, vollkommen gerechtfertigt erscheinen lassen, die postembryonalen Vorgänge nur als Fortsetzung und Vollendung der Embryonalentwicklung aufzufassen.

Bevor wir aber in ausführlicher und systematischer Weise auf die Schilderung und Vergleichung dieser, wie sich zeigen wird, nur allzu mannigfaltigen und verwickelten Er-

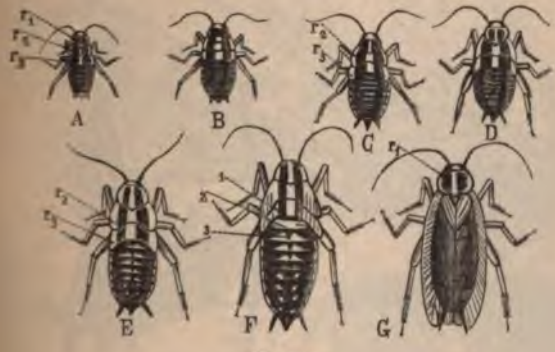


Fig. 153.
Zur Entwicklung der Küchenschabe (Blatta germanica), 1½ vergr.
r_1 Vorderrücken, r_2 Mittel- und r_3 Hinterrücken. Aus den hintern Seitenrändern der letztern zwei Platten entstehen die Vorder- und Hinterflügel. A 1., B 2., C 3., D 4., E 5., F 6. Entwicklungsstadium, G das vollendete Insekt. 1, 2, 3 erster, zweiter und dritter Hinterleibsring. (Original.)

scheinungen eingehen, dünkt es uns zumal für den Nichtfachmann sehr wünschenswerth, ihn an der Hand etlicher Beispiele schon zum Vorhinein über einige der wichtigsten Thatsachen und der darauf bezüglichen Begriffe zu orientiren und so auf das Weitere vorzubereiten.

Auf vorstehendem Bilde (153) wird zunächst die „freie" wicklung eines allen Lesern bekannten Kerfs, nämlich

der Küchenschabe vorgestellt, jedoch selbstverständlich nicht in allen einzelnen überhaupt unterscheidbaren Bildungszuständen, sondern nur in sieben durch die Häutung markirten Hauptstadien (A—G). Auch ohne diese Abbildung weiß man, daß die ganz jungen „Russen" bis auf die fehlenden Flügel und einige andere Unvollkommenheiten den „Alten" gleichen, sowie, daß sie mit jeder Häutung unter zwar sehr langsamer, aber doch stetiger Entfaltung der Flügel-„Ansätze" am Mittel- und Hinterrücken (r_2, r_3) denselben immer ähnlicher werden.

Fig. 154.
Entwicklung von Sitaris humeralis (s. S. 296).

Da nun alle diese Bildungsstadien — vom ersten bis zum letzten — und zwar auch innerlich genau denselben Typus haben, so nennen wir diese Entwicklungsweise die gleichförmige oder homotypische.

Ganz anders verhält es sich mit den in Fig. 154 abgebildeten sechs Hauptphasen eines schon früher einmal er-

ähnten Käfers, nämlich von Sitaris. Hier ist nur die letzte er vorgeschlechtlichen Entwicklungsformen (e) dem Endtadium d. i. dem Käfer (f) ähnlich, während die vier vorherehenden (d, c, b, a) sowohl unter einander als auch vom letztenannten verschieden sind. Und zwar betrifft dieser Unterchied, man vergleiche z. B. c mit f, nicht etwa bloß die neben-

Fig. 155.
Raupe, Puppe, Schmetterling (Seidenspinner).

ächlichen Theile, sondern es ist offenbar der ganze Habitus, ie ganze Person eine andere, und eine innere Zergliederung nd stückweise Confrontirung der Organe würde gleichfalls iele und sehr bedeutende Differenzen ergeben.

Weil nun hier in der ganzen Reihenfolge der Umnderungen mehrere und z. Th. ganz unähnliche, ja typisch

verschiedene Zustände auftreten, so nennen wir diese Entwicklung eine ungleichförmige*) oder heterotypische.

Die Art von ungleichförmiger Entwicklung, wie wir sie bei Sitaris und manchen andern Insekten finden, ist aber nicht die gewöhnliche. Die Regel ist nämlich, daß dem Reifestadium nicht mehrere, sondern, wenigstens nach der vulgären Auffassung, nur zwei verschiedene Zustände vorhergehen.

Man besehe sich zu dem Zwecke die Entwicklung des Maulbeerspinners in Fig. 155.

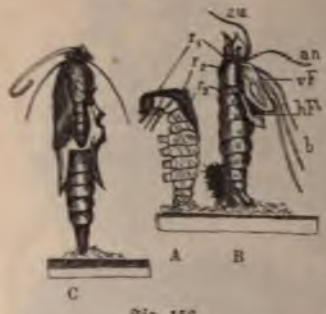


Fig. 156.
Verwandlung des Nesselfalters (Vanessa Urticae).

A Raupe, an einem Ast hängend, mit am Rücken aufspringender Chitinhaut. r1—r3 Vorder-, Mittel-, Hinterrücken.
B Puppe, unmittelbar nach dem Abstreifen der an ihrer Hinterleibsspitze eingeklemmten Raupenhaut. zu Zunge, an Fühler, vF Vorder-, hF Hinterflügel, b Beine. Alle Anhänge frei.
NB. Beide Figuren hat man sich in hängender Lage zu denken.
C Falter, die Puppenhülle verlassend. Nat. Gr. (Original.)

Aus dem Ei (ganz oben auf dem Blatt kommt ein kurz- aber vielbeiniges Geschöpf, das dank seiner Gefräßigkeit sehr rasch zu dem großen „Wurm" (auf der Mitte des Blattes) heranwächst, der trotz mehrmaliger Häutung, wenigstens im Ganzen, immer unverändert, immer derselbe bleibt. Da nun alle Veränderungen dieses Wesens hauptsächlich nur auf Zunahme der Größe hinauslaufen, so nennen wir es das Wachsthumsstadium.

Wie Fig. 156 in Erinnerung bringt, geht nun, wenn diese Form (A) das letzte Mal die Haut abstreift,

*) Dieser Entwicklungsmodus wird gewöhnlich aber in durchaus nicht bezeichnender Weise als „Hypermetamorphose" aufgeführt.

ein ganz unerwartetes Wesen (B) daraus hervor, das, namentlich gleich nach der Häutung, die unverkennbarste Aehnlichkeit mit einem Schmetterlinge hat, jedoch später wieder, indem seine Anhänge, die Fühler (an), Beine (b), Flügel (vF, hF) u. s. w. mit der gleichzeitig erstarrenden Körperhaut verlöthen, einen ganz absonderlichen Charakter annimmt.

Gleich der früheren Form bleibt auch diese, äußerlich betrachtet, immer dieselbe, nur daß hier auch aus naheliegenden Gründen das Wachsthum wegfällt, ja im Gegentheil (vgl. Fig. 155) eine bedeutende Volumsverkleinerung erfolgt.

Nachdem nun aber dieses Geschöpf eine Zeit lang wie todt dagehangen, springt seine Haut auf (C) und hervortritt der wahre Falter in all seiner Farbenpracht und Flatterhaftigkeit.

Damit ist in Kürze eine Vorstellung jener Entwicklungsweise gegeben, die man als Metamorphose, als Verwandlung bezeichnet.

Hinsichtlich der Bedeutung dieser Ausdrücke muß aber gleich bemerkt werden, daß dieselben ursprünglich jener sonderbaren Einschachtelungs- resp. Auswickelungstheorie entsprangen, mit der man sich von Hippon und Diogenes an bis herauf in die Zeit eines Leibnitz, Bonnet und Haller die so auffälligen Erscheinungen der Insektenbildung gar bequem zu erklären suchte. Alles, was werden soll, so stellte man sich vor, also auch das vollendete Insekt ist wenigstens in nuce bereits im Embryo vorhanden, man kann es aber nicht sehen, weil es in verschiedene Hüllen eingewickelt ist, und auch kaum dessen wahre Gestalt errathen, da diese Hüllen ganz andere Gestalten vortäuschen. Mit andern Worten, die definitive Form oder das Imago ist verschleiert, maskirt durch die Haut

der Larve und z. Th. auch noch durch die der Puppe, als welche man die dem Imago ähnliche und unmittelbar vorhergehende Verwandlungsstufe nicht ganz passend und consequent bezeichnete.

Man unterschied also erstens nur so viele Verwandlungsformen, als es Häutungen gibt, und dachte sich dieselben als gleichzeitig neben und in einander existirende, selbständige und scharf gesonderte Zustände.

So unsinnig und lächerlich nun auch die Annahme einer mit einer Puppe und einem Schmetterling schwanger gehenden Raupe ist, so kostete es doch den Begründern der Entwicklungslehre, einem Ch. Wolf, Pander, Baer, Herold u. s. w. nicht geringe Mühe, ihre Fachgenossen zu überzeugen, daß die genannten Formen nur Differenzirungen und Umbildungen einer und derselben Wesenheit sind, und daß insbesondere Larve, Puppe und Imago eine und dieselbe Haut besitzen, die allerdings sehr verschiedene Gepräge annehmen und dem entsprechend auch sehr ungleich aussehende Chitinbälge absondern kann. Leider gibt es auch noch heute Entomologen, die mit den alten Ausdrücken auch die alten irrthümlichen Vorstellungen verbinden, die also z. B. glauben, daß die Raupe, weil sie, äußerlich besehen, niemals Flügelansätze zeigt, auch überhaupt, wenigstens nicht vor der vorletzten Häutung, dergleichen besitzt, als ob je eine organische Bildung plötzlich und unvermittelt entstehen, oder wie mit Zauberschlag in eine andere sich verwandeln könnte.

Für uns hingegen sind die alten Verwandlungstermini „Larve" und „Puppe" nur summarische Bezeichnungen für ganze lange Reihen oder Perioden successive in einander übergehender Entwicklungszustände, die aber, unter dem Ein-

fluß der Existenzbedingungen, eine gewisse äußere Uebereinstimmung zur Schau tragen.

Um aber zu constatiren, daß die „Larve" in der That nur ganz allmälig in die „Puppe" und letztere wieder eben so successive in das Imago übergeht, oder daß mit andern Worten einerseits zwischen Larve und Puppe und anderseits zwischen Puppe und Imago mehrere (deutlich unterscheidbare) Zwischenstadien liegen, dazu ist gar nicht immer, wie etwa bei den Schmetterlingen, eine innere Untersuchung, beziehungsweise die Entfernung des Chitinkleides nothwendig; bei manchen Insekten sind diese Mittelstufen schon äußerlich zu erkennen.

Wenn sich der Leser eine Bruttafel der Honigbiene verschafft, viele der schon bedeckelten Zellen öffnet und deren

Fig. 157.
Zur Verwandlung der Honigbiene.

A fast ausgewachsene Larve.
B Halbpuppe. r_2 Mittel-, r_3 Hinterrücken, h_1 1. Hinterleibsring, Vorder- und Hinterflügel kleine (sich noch nicht deckende) Läppchen, Beine (b_2) stummelartig, Rüssel kurz.
C Vollpuppe. r Rüssel, f_2 Vorderflügel, die hintern bedeckend, b_2 vollständig ausgeprägtes Hinterbein, h_2 erster freier Hinterleibsring (der 1. eigentliche Abdomenring der Larve mit dem Brustkorb resp. dem Metanotum verwachsen). Nat. Größe. (Original.)

Bewohner herausnimmt, so wird er unter den letzteren viererlei scharf unterschiedene Formzustände finden, nämlich 1) ausgewachsene Larven (Fig. 157 A), 2) ausgebildete Bienen und

endlich 3) zwei Formen von Puppen (B und C), wovon die eine (C) bis auf die kleinen Flügellappen (f_2) schon ganz an das Imago erinnert, während die andere (B) zwischen der genannten (echten) Puppe und der Larve die Mitte hält.

Man beachte nur Einiges. Die Vorpuppe, so nenne ich B, zeigt, vom Kopf abgesehen, am Stamm eine der Larve noch ähnliche, homonome (gleichartige) Segmentirung, wenn auch der zweite Brustring (r_2), als Träger der Vorderflügel, schon etwas verdickt und mit dem dritten (r_3) verwachsen ist. Dagegen ist an der echten Puppe die ganze Flügelbrust schon fast so stark wie beim Imago aufgetrieben und mit dem ersten Hinterleibsring (B h_1) zu einem mächtigen Thorax verschmolzen. Aehnlich ist's mit den Anhängen. Bei der echten Puppe haben zumal Rüssel (r), Fühler und Beine (b_3) schon beinahe, bis auf die feinere Modellirung, die definitive Beschaffenheit; bei der Halbpuppe hingegen sind die Mundtheile noch kurz (etwa denen einer Blattwespe vergleichbar), desgleichen die Flügellappen, und insbesondere gilt dies von den Beinen (b_3), an denen noch kein Tarsus zu sehen ist.

Sowie man sich nun bei vielen bienenartigen Insekten genöthigt sah, zwischen Larve und Vollblut-Puppe eine „Semipupa" oder „Subnympha" einzuschieben, so spricht man bei den Eintagsfliegen schon seit Langem von einem Sub-Imago, und zwar, wie allbekannt, aus dem Grunde, weil hier (wenigstens bei einzelnen Gattungen) dem Imago eine Form vorausgeht, welche letzterer viel ähnlicher als der eigentlichen Puppe ist.

Wir haben nun zwei Hauptarten von Postembryogenese kennen gelernt. Bei der einen (Küchenschabe) ist der junge Postembryo dem Imago sehr ähnlich, d. h. er bringt den imaginalen Charakter schon aus dem Ei mit, und geht daher die Ausbildung zum geflügelten und geschlechtsreifen

Imago, d. i. die vollständige Imaginalisirung, ohne irgend welche auffallende Gestaltveränderungen von Statten.

Man nennt dies eine Entwicklung ohne Metamorphose (Ametabolie).

Bei der zweiten Art von Postembryogenese aber (Schmetterling) ist der junge Postembryo dem Imago sehr unähnlich, d. h. er hat aus dem Ei, was gewiß sehr sonderbar ist, nicht den richtigen, den imaginalen Charakter, sondern einen falschen oder larvalen Typus mitgebracht, und um den erstern zu erhalten, um, freilich auf Umwegen, doch zum definitiven Ziele zu gelangen, ist eine tief eingreifende Umänderung des larvalen Zustandes nöthig, die Imaginalisirung beruht, wie man sagt, auf Entwicklung mit Metamorphose (Metabolie).

Nach diesen jedenfalls sehr verschiedenen Entwicklungsarten hat man nun versucht, die Insekten in zwei große Heerhaufen zu theilen, in die Ametabola, die Verwandlungslosen, und in die Metabola, die mit Verwandlung.

Diese Eintheilung würde natürlich voraussetzen, daß der Postembryo der einen Gruppe stets einen rein imaginalen, der der andern aber einen ausgesprochen larvalen Charakter hätte, oder mit andern Worten, daß das junge Thier der einen dem ausgebildeten ganz ähnlich und das der andern ganz unähnlich wäre.

Nun besehe man einmal den im Wachsthum schon ziemlich weit vorgerückten Postembryo einer Eintagsfliege in Fig. 158. Hinsichtlich der eigentlich typischen Verhältnisse, der Gliederung, der diversen Kopf-, Brust- und der terminalen Hinterleibsanhänge erinnert das Wesen vollkommen an das Imago, es ist also imaginal. Neben diesen imaginalen Merkmalen besitzt es aber noch andere, wie die seitlichen Kiemenflossen, die das Imago nicht hat und die das Thier, ähnlich den Stummelbeinen der Raupen, überhaupt nur vorübergehend nur provisorisch,

[illegible] Gestaltungsprozesse, [illegible]. Ist ist aber auch sonst [illegible] Thatsache [illegible] von [illegible] Jungen; z. B. in den Mundtheilen, in der Beschaffenheit der Füsse u. s. w., und die [illegible] Identificirung [illegible] nicht blos auf den Theilen der gesammten [illegible] Bildungen, sondern es sind auch wirkliche Wiederholungen oder Rudimentbildungen [illegible].

Fig. [illegible].
[illegible] von [illegible] Gestalten, [illegible] Jugendformen, [illegible] Imaginalformen. Original.

Nun, ist doch eine Imago oder eine larvale Entwickelungsform, geschichtlich betrachtet, hier ohne eine [illegible] Metamorphose?

Der Leser wird sagen: ich ist einmal [illegible] Eiweiss und auch [illegible] Dotterzellen [illegible]; die „Jungen" Dipteren, ist eine Keim-Larve und ihre Entwickelung eine Keim-Metamorphose (Keimentwickelung).

Soll aber die [illegible] Bildungen und Umbildungen [illegible] Larve [illegible] nur [illegible] aber [illegible] Entwickelungsmodus [illegible], aber ist dies nicht auch eine so eigenartige Differenzirung wie die Entwickelung in dem Zustande der Larve, der Puppe und des Jungen?

Dies ist ist, meine, [illegible] Entwickelung [illegible] Jungen [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible].

So wie es keine „einfache" Entwicklung gibt ohne Umbildung, ohne Metamorphose, so gibt es auch keine Metamorphose ohne einfache Entwicklung, sondern was wirklich vorkommt, das sind nur Mischungen von beiden, jedoch in unzähligen Graden und Schattirungen.

Nachdem wir uns so, durch ein freies, selbständiges Anschauen der Wirklichkeit, aller Vorurtheile entschlagen und uns nicht mehr durch Systeme gebunden fühlen, mag der Leser zum Zweck des Ueberblickes über die Verwandlungsarten bei den einzelnen Insektengruppen das nachstehende Tableau (Fig. 159) durchgehen.

Es ist so eingerichtet, daß in der ersten Verticalcolumne (links) die Imagines, in der zweiten die zugehörigen „Larven" und in der dritten die „Puppen" stehen, während die noch übrigen zwei Reihen anderweitige, aber nach denselben Gruppen geordnete Entwicklungszustände vorführen.

Die Vergleichung in der Verticalrichtung gibt also die Uebersicht bei den verschiedenen Ordnungen, jene in den Horizontalreihen die Entwicklung eines und desselben Insekts.

Zu oberst (a) steht ein flügelloser Borstenschwanz, b und c zeigen, daß es sich nur um geringfügige Veränderungen handelt (Ametabolie). Die 2. und 3. Horizontalreihe zeigen uns eine Küchenschabe (f), die Ordnung Orthoptera (Geradflügler) repräsentirend, dann eine Baumwanze (l) als würdigste Vertreterin der Schnabelkerfe (Rhynchota). Die Entwicklung ist ähnlich und von früher bekannt, „Larven" (hier Junge genannt) (g und m) imaginal. (Ametabolie mit Entwicklung von Flügeln ꝛc.)

Viertens sieht man (q) eine Eintagsfliege (Pseudo-Neuroptera). Larve, schon vorgekommen, mit provisorischen Organen (typische *Hemimetabolie*).

Fig. 111. Gallinsecten (1/2 vergr.)

Es folgt (v) ein echter Netzflügler (Köcherjungfer) mit larvalem Postembryo (w) (schwache Holometabolie). Holometabol, aber in sehr ungleichem Grade, sind auch alle die übrigen: die Käfer (A, B), die Hautflügler (F, G), die kurzfühlerigen Zweiflügler (L) mit „kopfloser" Larve oder Made (M), ferner die langhörnigen Diptera (Q, R) und endlich die Schmetterlinge (V, W).

Betreffs der hier zunächst übergegangenen Puppen der „Holometabolen" ist die mancher Mücken (S) frei beweglich, die der Fliegen (N) in der verharschten Larvenhaut eingezwängt (Tonnenpuppe mit manchen Uebergängen auch bei einigen Käfern = Pupa coarctata). Die Puppe mancher

Erklärung zu Fig. 159.

Vergleichende Zusammenstellung der freien Entwicklungsformen einiger Insektentypen.

Die einzelnen Horizontalcolumnen enthalten Repräsentanten je einer der Insekten-Hauptgruppen. In der 1. Verticalcolumne sind die Imagines, in der 2. die Larven, in der 3. die „Puppen" der verschiedenen Insekten-Ordnungen dargestellt; in der 4. und 5. Verticalcolumne kommen dann noch ein paar Vertreter (Larve oder Puppe) der betreffenden Ordnung vor.

1. Reihe: sog. Aptera. a—c Thysanura, Springschwänze: Campodea, d, e Filzlaus (Phthirius pubis).
2. Reihe: Orthoptera, Geradflügler. f—h Küchenschabe (Blatta germanica), i junge Schnarrheuschrecke, k junger Ohrwurm.
3. Reihe: Rhynchota, Schnabelkerfe. l—n Baumwanze, o Larve der Schaumzirpe, p junge Blattlaus.
4. Reihe: Neuroptera orthoptera, Netzflügler. q—s Eintagsfliege, t Nymphe von Perla, u Nymphe einer Libelle.
5. Reihe: Neuroptera s. str. v—x Köcherjungfer, y Larve von Chrysops, z Larve von Bittacus.
6. Reihe: Coleoptera, Käfer. A—C Maikäfer, D Larve von Drilus, E Larve von Dyticus.
7. Reihe: Hymenoptera, Aderflügler. F—H Ameise, J Larve einer amerikanischen, K einer andern Blattwespe.
8. Reihe: Diptera, Zweiflügler, und zwar Musciden. L—N Fleischfliege, O Larve von Dermatobia noxialis (in der Haut des Hundes in Mexiko), P Larve von Microdon globosus (unter Pflanzen lebend), st Vorderstigma.
9. Reihe: Diptera, Zweiflügler, und zwar Tipuliden, Mücken. Q—S Stechmücke (Culex), T Puppe einer Tipula, U Puppe von Midas clavatus.
10. Reihe: Lepidoptera, Schmetterlinge. V—X Perlmutterfalter, Y Raupe eines Nachtfalters (Drasteria erechthea Cram.), Z Raupe einer Motte (Macaria granitata).

(echter) Netzflügler ist zeitweilig gleichfalls frei beweglich, übrigens gewöhnlich, gleich den Käfer-, Hautflügler- und Falterpuppen, noch extra eingesponnen, was die Punktlinie in x, C, H und X andeutet. Bei allen stehen die Gliedmaßen ziemlich frei vom Körper ab (freie Puppen), nur bei den meisten Faltern sind sie später mit dem Rumpf verlöthet (unfreie Puppen).

Die Vergleichung der Puppen einerseits von c—s, anderseits von x—X zeigt ferner, daß man die A- und Hemimetabola von den Holometabolis am leichtesten an ihnen unterscheidet, indem die Puppen der erstern, als wahre Lebewesen, alle Glieder in derselben Art wie die Imagines tragen, währenddem bei den ruhenden Puppen der Holometabola diese Anhänge eine meist ganz vertrakte Lage haben.

Schilderung der Metamorphose.

Allgemeine Veränderungen.

(Wachsthum, Hautfaltung, Häutung.)

Bei der Entwicklungsgeschichte des Insektenembryo haben wir gesehen, daß derselbe zu einer gewissen Zeit aus nichts Anderem besteht als aus einer Menge kleiner Protoplasmakügelchen, die wir Zellen nannten.

Dieses einfache Zellenaggregat differenzirt sich aber später in mannigfacher Weise, indem durch Vereinigung und Umgestaltung gewisser Elementartheile die einzelnen Gewebe und Organe hervorgehen.

Dabei unterschieden wir speciell eine Lage von Zellen, welche die allgemeine Hülle des Körpers d. i. die Haut (das Exoderm) bildet, und dann die verschiedenen Binnengewebe resp. Binnenorgane.

Wir haben uns dann ferner überzeugt, daß der Embryo in dem Maße an Größe zunimmt, als der Nahrungsdotter verschwindet, und würde der Leser diesen Vorgang der Vergrößerung oder des Wachsthums genauer verfolgen, so würde er sehen, daß derselbe darauf beruht, daß sich die Zellen durch Aufnahme der gewissen Nährstoffe vergrößern, und wenn sie ein bestimmtes Maximum überschritten haben, sich durch Theilung vermehren. Die natürliche Folge davon ist dann, daß auch die einzelnen Gewebe und Organe an Größe zunehmen, sei es, wie bei massigen Theilen nach allen drei Raumdimensionen, sei es, bei flächenhaften, hauptsächlich nur nach zwei Richtungen.

Speciell an der Haut oder an der Grenzzellenlage äußert sich dieses allgemeine oder zusammengesetzte Wachsthum vorwiegend gleichfalls in der Flächenerweiterung und kann selbe theils eine passive auf Dehnung beruhende sein, hervorgebracht durch den Druck des wachsenden Binnenleibes, theils eine selbständige, oder active durch Vergrößerung und Vermehrung der eigenen Gewebselemente.

Wir heben hier aber gerade die Haut hervor, weil sie ja der Träger der Körpergestalt ist und weil hauptsächlich auf ihr jene merkwürdigen Veränderungen sich abspielen, deren Schilderung unser Zweck ist, und wir schickten das Uebrige voraus, um dem Leser wieder in Erinnerung zu bringen, daß dieses Hauptobjekt der Metamorphose nach Ursprung und fortdauernder Beziehung nicht etwas vom übrigen Weichkörper Abgesondertes und Selbständiges, sondern ein lebendiges Organ desselben sei, und daß es somit, beim engen Wechselverhältniß sämmtlicher Theile eines Organisirten und Lebendigen, weder eine rein äußerliche noch eine rein innerliche Veränderung und Metamorphose geben kann.

Diese zellige Grenzlage der Insekten (Fig. 160 Z) hat nun bekanntlich eine ganz besondere Eigenschaft, nämlich die, daß sie nach Maßgabe ihrer Ernährung und ihres Wachsthums an ihrer Oberfläche eine besondere ringsgeschlossene Hautschichte, eine sog. Chitin-Cuticula (Cu) absetzt.

Während aber diese Ueber- oder Beihaut beim Embryo ganz zart und gegenüber den Reliefveränderungen des Körpers vollkommen elastisch und nachgiebig ist, nimmt sie bei der Larve aus mehrfachen Gründen eine größere Dicke und Steifheit an, kurz gesagt sie wird zu einer die Weichhaut schützenden, aber auch beengenden Harthaut, und wir dürfen es gleich aussprechen, daß viele Eigenthümlichkeiten der Insektenmetamorphose eben von dieser accessorischen Integumentlage herrühren.

Wenn wir ein stark wachsendes Kind in ein enges und rings geschlossenes Kleid stecken möchten, so würde es nach einiger Zeit dahin kommen, daß dasselbe in Folge der innern Spannung zerrissen würde.

Aehnlich verhält sich's mit einer Insektenlarve. Anfangs, so lange die Chitinhaut noch etwas elastisch oder z. Th., wie

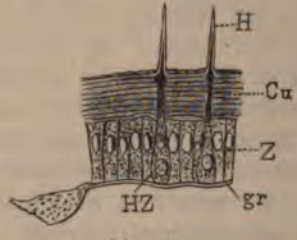


Fig. 160.
Querschnitt durch das Integument eines Chitinhäuters.
Z zellige Weichhaut (Epi- oder Hypodermis), Cu die schichtweise abgesonderte Cuticula.

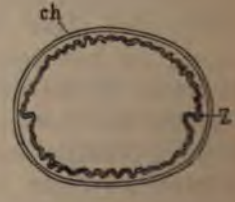


Fig. 161.
Schema der Doppelhaut eines Insekts vor der Häutung.
z zellige Weichhaut (Epidermis), ch Chitin- oder Harthaut.

zwischen den Leibesringen, in Falten gelegt ist, kann sich der Gesammtkörper etwas ausdehnen und man sieht ihn gleichsam wachsen; hat aber einmal die Panzerhaut das Maximum ihrer Expansionsfähigkeit erreicht, dann tritt im Wachsthum ein scheinbarer Stillstand ein. Beachten wir aber, daß die Larve auch noch von dieser Zeit an, wo sie wegen des äußern Hindernisses gewissermaßen gar nicht mehr wachsen kann, dennoch fortfährt, neue Stoffe in sich aufzuspeichern, faktisch also doch wächst, so ist klar, daß es endlich zu einer Katastrophe kommen muß.

Wenn nun der Weichkörper fortwächst, so ist zunächst einleuchtend, daß auch die Weichhaut wachsen muß. Wie aber soll dies möglich sein, wie soll die untere Haut größer werden können, wenn die obere starr ist? Dies ließe sich offenbar nur in der aus Fig. 161 ersichtlichen Weise, nämlich durch Faltungen bewerkstelligen. Wie aber, muß man weiter fragen, kann eine solche Faltung stattfinden, d. h. woher kommt der Zuwachs an Raum, in dem solche Biegungen stattfinden können? Man sieht, es setzt dies nothwendig eine spontane Zusammenziehung des Weichkörpers voraus, und das Wachsthum würde sich also auf diesem Stadium weniger durch Zunahme seines Volumens als vielmehr durch Zunahme seiner Dichtigkeit zeigen.

Daß nun aber solche Vorgänge wirklich stattfinden, davon kann sich der Leser sehr leicht überzeugen. Beobachtet er z. B. längere Zeit eine größere dunkel gefärbte Raupe, so wird er früher oder später bemerken, daß ihre Haut allmälig blässer, gleichsam welk wird und daß sich der Weichkörper nach und nach vollständig von der Cuticula zurückzieht. Entfernt er dann die auf diese Weise gelockerte Chitinhülle, so sieht er auch die gewissen Faltungen der Weichhaut. Diese Runzeln zeigen aber keineswegs einen so regelmäßigen Verlauf, wie

man vielleicht glaubt, sondern sie bilden oft äußerst complicirte Figuren und Systeme.

Während ich dies schreibe und zufällig die Unterseite meiner Finger erblicke, finde ich, daß diese Weichhautfaltungen eine frappante Aehnlichkeit mit den bekannten Runzelsystemen der genannten Anhänge besitzen. Der Vergleich läßt sich sogar noch weiter treiben. Sowie man an einem menschlichen Finger zumal an der Unterseite, außer den feinen Furchen auf den einzelnen Gliedern auch noch, an den Gelenken, tiefere und größere Querfalten wahrnimmt, so hat man auch an einer Raupe neben den kleinen Fältelungen der einzelnen Ringe oder Gürtel die umfangreicheren Einstülpungen an den Zwischenhäuten zu unterscheiden.

Der Leser verzeihe, daß wir uns bei einer anscheinend so unbedeutenden Sache noch länger aufhalten; allein diese Faltungen der Weichhaut sind, wie nachfolgende Erwägung zeigt, auch von größter Wichtigkeit für die Erkenntniß der Verwandlungsvorgänge.

Die gesammte Veränderung in der Gestalt eines Kerfs beruht offenbar auf nichts Anderem als auf einer Veränderung im Wachsthum gewisser Theile desselben. Da nun, wie wir sahen, eine solche Wachsthumsveränderung auch die Größenverhältnisse der anliegenden Haut alterirt und die Flächenveränderungen der letzteren eben in den gewissen Faltungen ihren Ausdruck finden, so ist klar, daß in letzter Linie auch jede Gestaltveränderung der Kerfe auf Veränderungen der Weichhautfaltung zurückzuführen ist.

Aber sehen wir nun, was sich mit dem Insekt weiter zuträgt, nachdem sich dessen Chitindecke gelockert hat. Zunächst ist klar, daß der Kerfkörper, wenn er mit der die äußeren Reize vermittelnden Oberhaut die Fühlung verliert, gegen letztere selbst unempfindlich wird, sich also nicht mehr in gewohnter Weise in seiner Umgebung orientiren kann. Be-

denken wir ferner, daß sich die Hautauflockerung nicht bloß auf den Stamm, sondern auch auf dessen Anhänge, zumal auch auf die Geh-, Greif- und Kauwerkzeuge erstreckt, so ist klar, daß auch diese Organe funktionsunfähig werden; denn es ist nicht angenehm, mit wackeligen Zähnen zu beißen oder mit einem schlotterigen Fußwerk herumzugehen.

Und die weitere Folge? Nun, ich denke, unser Insekt wird sich nicht mit geduldiger Ergebung in diese ihm von seiner Natur auferlegte Zwangslage fügen; im Gegentheil, es wird sich anfangs unruhig, ängstlich und dann, wenn dieser peinliche Zustand länger anhält, im höchsten Grade ungeberdig zeigen.

Uebrigens hängt das Weitere ganz von der Beschaffenheit der Haut und des übrigen Körpers, sowie von der Stärke des Wachsthums ab. Ist erstere ziemlich dünn und spröde, so wird der Chitinbalg einfach durch den Druck des eingezwängten Weichkörpers gesprengt und die Häutung, wie dieser Proceß heißt, ist, namentlich bei wurmartigen Larven, bald vollzogen. Anders, wo die Harthaut dick und zähe ist. Da muß das Thier selbst thätigen Antheil nehmen, es muß seine Muskelkräfte anspannen, um sein Gefängniß zu eröffnen. Und manchen Insekten kostet dies in der That eine so furchtbare Anstrengung, daß man beinahe glauben möchte, sie hätten ihr kräftiges Muskelwerk z. Th. auch dieses Aktes wegen. —

Und ist auch endlich und oft erst nach tagelangen vergeblichen Versuchen der Hauptbalg gesprengt, welche Geduld und Mühe ist noch erforderlich, um alle die Anhänge — wo solche sind —, die Fühler, die Mundtheile, die Beine, die Flügel, die Afterborsten u. s. w. aus ihren Scheiden herauszuziehen!

Uebrigens sind die Methoden der Häutung sehr mannigfaltig und oft höchst anziehend zu beobachten. Der Umstand, daß namentlich bei Larven der muskelreiche Hinterleib als

Druckwerk benutzt wird, um mit aller Gewalt das Blut nach vorne gegen Kopf und Brust zu treiben, bringt es mit sich, daß sich die Haut fast durchgehends in dieser Region und zwar, aus andern Gründen, meist oben in der Mittellinie öffnet.

Mit der häufig gehörten Meinung indessen, daß für dieses schwierige Geschäft schon von der Natur vorgesehen sei, daß nämlich der abzuwerfende Balg, einem Rocke ähnlich, stets mit besonderen präformirten Trennungslinien oder „Nähten" versehen sei, verhält es sich wie mit andern Vorurtheilen. Bei manchen Thieren ist durch Anpassung dergleichen thatsächlich vorhanden, bei andern aber ist die Einrichtung viel unvollkommener oder noch gar nicht ausgebildet. Zum Beweise dessen diene nur das von Reaumur bezüglich einer Zygaena filipendula erzählte Faktum, die, als alle gewöhnlichen Anstrengungen zur Sprengung der Haut versagten, dieselbe endlich mit den Kiefern aufbiß und sich stückweise vom Leibe riß.

Dies führt uns auf die Nachtheile der Häutung. Es kommt gewiß viel öfter vor als wir glauben, daß manches Insekt seine Fesseln überhaupt gar nicht zu lösen vermag und so bei lebendigem Leib eingesargt bleibt. Andere verlieren — von der Zeit ganz abgesehen — bei dieser Gelegenheit irgend ein für's spätere Leben nothwendiges Glied, das, ungeachtet der erstaunlichen Reproduktionsfähigkeit, nicht vollständig nachwächst. Die Hauptgefahr liegt aber in dem großen Schwächezustand, in dem die Kerfe die alte Hülle verlassen; denn es muß sich über der Epidermis ja erst eine neue Chitinhaut bilden, bevor sie von ihren Kräften Gebrauch machen können, und wie viele dieser nackten armen Geschöpfe erliegen früher den Unbilden der Witterung oder ihren zahllosen Feinden!

Vergleichen wir nun das frisch „gehäutete" Thier mit dem alten, so bemerken wir zunächst eine beträchtliche Größenzunahme. Es ist sozusagen wie mit einem Ruck gewachsen,

was leicht begreiflich, da ja nach Entfernung des äußeren Widerstandes Haut und Weichkörper sich mit einem Male beträchtlich ausdehnen. Die Larve wächst also continuirlich so gut wie ein anderes Thier; ihr Umfang ändert sich aber nur periodisch. Wir können auch sagen, die Dichte der Larve steigert sich bei gleichem Volumen und beständig zunehmender Masse von einer Häutung zur andern, sie verringert sich aber momentan bei jedem dieser Akte, um dann, sobald der Hautumfang wieder constant geworden, neuerdings zuzunehmen.

Wenn wir den von einer Raupe, bei der Häutung ausgezogenen Balg sammt dessen Anhängen, den Beinen, Kiefern u. s. f., genau untersuchen, so finden wir, daß er vollkommen leer ist, d. h. daß er keinerlei Weichtheile enthält; und mustern wir ferner das frisch gehäutete Thier selbst, so sehen wir — den glücklichen Ausgang des Processes vorausgesetzt —, daß es noch alle die Theile hat, welche es früher, vor der Häutung, besaß, daß also die Weichhaut keinerlei Verletzung erlitten hat, oder daß vom Kerfleib selbst äußerlich nichts weggekommen, nichts verloren gegangen ist.

Wie ist es aber, wenn aus der Raupe die Puppe hervorgeht? Vergleichen wir letztere gegen erstere, so finden wir, daß sie erstens allerlei Theile, z. B. die langen Beine, den Rüssel u. s. w., besitzt, die die Raupe nicht oder wenigstens nicht in dieser Form oder Größe hatte, und daß ihr zweitens gewisse Theile, wie z. B. die Bauchfüße, mangeln, die der Raupe eigenthümlich waren. Daß erstere, also die der Raupe fehlenden Theile, jedoch im Zusammenhang mit der übrigen alten Weichhaut, neu dazu gekommen, also neue Falten derselben sind, werden wir später hören. Wie steht es aber mit den Gebilden, welche die Raupe besaß und die Puppe nicht mehr hat? Man könnte meinen, daß sie im abgeworfenen Chitinbalg zurückgeblieben wären. Wenn wir aber z. B. die

[illegible] der [illegible] Hypodermis [illegible] unterschiedene [illegible] Teile [illegible] aus dem gesamten [illegible] der Hypodermis. Dennoch liegt aber offenbar, daß [illegible] Teile [illegible] Erhebungen oder [illegible] der Hypodermis entstehen, auch [illegible] andere Teile durch Verdickung und Verzweigung solcher Zellen oder Verzweigungen der Hypodermis gebildet werden. Daß also, [illegible] Häutungen und Verwandlungen der Konstanzität der [illegible] nicht [illegible] aufgegeben wird.

Speziellere Fr. [illegible] zu erörtern, [illegible] dieses [illegible] Verzeichnis der Verwandlung nicht ganz ohne Anhaltspunkt.

In Fig. [illegible] sieht der Leser neben der Larve einer Eintagsfliege mit den eigentümlichen Kiemenblättern (k., k.) am Hinterleibe. Diese Kiemenblätter bilden sich nur bei der Larve in [illegible] Weise wie andere Leibesanhänge, z. B. der Beine oder der Fühlerhörner (VF), d. h. mit der [illegible] Hypodermis wird auch die Cuticula dieser Fortsätze abgeschieden, während ihre Hypodermis und das darum entstehende Gewebe vollständig zurückbildet und über der [illegible] ein neues Chitinhäutchen entsteht. — Die Frage ist nun aber, was bei der letzten Häutung geschieht, wo die Larve mit Zwanzig Übergeht, daß, als Luftthier, keine [illegible] Kiemen hat.

Bei der Larve, wo wir hinsichtlich der obliterierenden Hypodermis einen ähnlichen Fall haben, ist der Vorgang, wie schon erwähnt, der gewöhnliche, d. h. es wird das Weichgewebe dieser Fortsätze mit der Hypodermis eingezogen und dann nur das leere Chitinhäutchen entfernt.

Ganz anders verhält sich's mit den Eintagsfliegen-Kiemen. Hier wird nämlich nicht bloß das Futteral, hier wird der Anhang in toto abgestoßen. Nun möchte man meinen, daß

dann bei dieser Amputation in der Haut der Fliege eine Wunde oder ein Loch entstünde, durch das unser Geschöpf sich leicht verbluten könnte. Dem wird aber nach Palmen durch

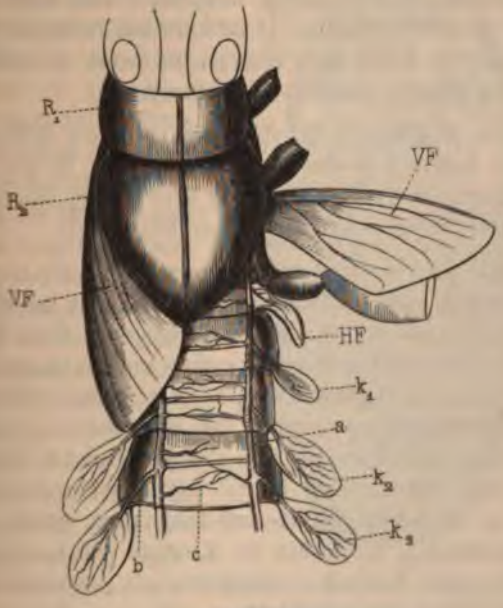


Fig. 162.
Cloeon dimidiatum, Larve.
VF Vorder-, HF Hinterflügel, homolog den Tracheenkiemenblättern (k_1—k_3) der Hinterleibssegmente. (Original.)

eine Art Unterbindung vorgebeugt, indem die Trennung der Weichhaut jener der Harthaut vorausgeht und die Wunde, welche das amputirte Glied am Rumpfkörper hinterläßt, sich wieder schließt, bevor die gleichsam als Verbandzeug dienende Chitinhaut abgenommen wird.

Wir haben jetzt gesehen, daß die Haut, deren sich ein Insekt zu gewissen Zeiten entledigt, ein genaues und treues Abbild der Gestalt ist, die es in dem eben absolvirten Stadium besessen hat, und wenn wir alle die Bälge, die ein Kerf der Reihe nach auszieht, hübsch ausgestopft oder sonst adjustirt neben einander aufstellten, so bekämen wir, während es selbst unaufhaltsam seinem Ziele entgegengeht, einen Ueberblick über seinen gesammten (äußern) Entwicklungslauf.

Die Kerf-Exuvie ist aber nicht bloß ein Abklatsch der ganzen äußern Leibesform — sie gibt uns, so überraschend dies klingen mag, auch Aufschluß über gewisse innere Theile und Einrichtungen, die sein Träger besessen hat.

Wie sich der Leser noch erinnern wird, gibt es am Insektenembryo einen Zustand, wo die Haut oder das Exoderm nichts Anderes als einfacher Schlauch oder Sack ist. Die spätere, differenzirte Leibesform entsteht dann durch gewisse Einschnürungen und Ausstülpungen, also Oberflächenverschiebungen dieser Grenzzellenlage. Außer den Einsenkungen, welche die Haupttheile des Rumpfes von einander sondern, bilden sich aber noch andere, tiefer in das Körperinnere eindringende. So sind bekanntlich Vorder- und Hinterdarm, gewisse Mund- und Hautdrüsen, desgleichen die Tracheen und manche innere Gerüste nichts Anderes als Einstülpungen des zelligen Hautblattes. So weit aber das letztere reicht, mag es nun wie an einem Fühler sich äußerlich hervorstrecken, oder wie an einem Luftrohr sich innerlich vertiefen und ausbreiten, so weit reicht auch die Chitindecke und so weit erstreckt sich auch die Häutung selbst und überhaupt die Regeneration der Harthaut.

Der Längsschnitt durch eine Fliegenpuppe in Fig. 163 wird Manches anschaulicher machen. Die äußere schwarze Contur ist die Chitindecke (cu). Gleich darunter eine Lage heller Bläschen, die Weichhaut (z). Am Hinterende unseres

Schnittes sieht man ferner und zwar von der Hautoberfläche zwei Schläuche ausgehen; der eine (eD) ist der Enddarm, der andere (St, Tr) der große Tracheenlängsstamm. An letzterem bemerken wir dieselben zwei Gewebsschichten wie früher an der Haut, nur, weil es eine Einstülpung in verkehrter Ordnung, nämlich äußerlich eine Lage von Zellen, die, wie man bei St sieht, unmittelbar in jene der Haut übergeht, und innerlich eine allerdings sehr zarte Chitinhaut, von der hinsichtlich des Zusammenhanges mit dem Integument das Gleiche gilt. Am vorliegenden Schnitt bemerkt man aber innerhalb dieser Chitinröhre noch eine zweite z. Th. etwas zusammengeschrumpfte. Dies ist eben die Exuvie der Trachea, unter der sich bereits ein neuer Chitinschlauch gebildet hat.

Fig. 163.
Medianer Längsschnitt durch eine zwei Tage alte (Tonnen-) Puppe einer Muscide.
cu dicke Larven-(Chitin-)Haut, z Epidermis (Zellhaut), m segmentirter (Larven-) Hautmuskelschlauch, Lan Antenne, st Stigma, Tr Trachea, a After, eD Enddarm, mD Mitteldarm, F zelliger Fettkörper (dazwischen Blutlacunen) der Larve; k Kopfanlage, mu Mundtheile, lan Antennen, B1, B2 Beine, Rü Rücken der Fliege (Imago). Vergr. (Original.)

Daß aber diese Tracheen-Exuvien auch wirklich entfernt werden, das kann man bei der Häutung selbst und zwar am schönsten bei dunkelhäutigen Kerfen beobachten. Sobald an einem solchen Thier der Balg geborsten ist, sieht man,

[illegible] Theile [illegible], und zwar an den Seiten, dort [illegible] Stigmatische Schläuche entspr[illegible] [illegible] gebildeten Körper [illegible] und [illegible]. Man merkt wohl, daß diese Fä[illegible] [illegible] Sonderung von Haut und Ri[illegible] [illegible] Zeit eine Verbindung unterhalten, nichts Ar[illegible] [illegible] die aus den Stigmen hervorgegangenen Luftröh[illegible] [illegible] wie man eine solche unter Wasser vorsichtig [illegible] [illegible] sie mit dem Vergrößerungsg[illegible] [illegible] sie entdecken mag, nicht ohne Staunen, daß diese Troch[illegible] [illegible] nicht bloß die größeren Stämme enthält, sondern a[illegible] [illegible] z. B. wenigstens, die feinsten Aeste und Zweige, die [illegible] [illegible] der inneren Eingeweide herumschlingen. Wäre es a[illegible] [illegible], die einfach abgerissenen Enden zu unterbinden [illegible] von Ring zu Ring diese Tracheenbäumchen, von den Stig[illegible] [illegible], mit einer feinkörnigen Masse zu injiciren, so würde m[illegible] [illegible] ganz [illegible] Präparat bekommen.

Während hier und an andern Integumentalorganen [illegible] [illegible] nur eine verhältnißmäßig dünne Chit[illegible] [illegible] scheidet, in der Mitte also ein Hohlgang bleibt, fü[illegible] [illegible] andere Male das ganze Lumen mit Chitinst[illegible] [illegible]. So entstehen z. B. jene „innern" Skelettheile [illegible] [illegible], an denen sich die Muskeln anheften, und die a[illegible] [illegible] Muskeln, in einer Epidermisscheide stecken. Nun [illegible] [illegible] auch klar, daß, wenn mit der Haut auch diese soli[illegible] [illegible] aus dem Körper herausgezogen werden, an der [illegible] sich Oeffnungen bilden und zeigen müssen, die da[illegible] [illegible] allmälig wieder verstopft und geschlossen werden.

Ausnahmsweise verlöthen aber auch solche Hautein[illegible] [illegible], die sonst gewöhnlich offen bleiben. So sieht der Le[illegible] [illegible] der letztbesprochenen Figur (163), daß in der Fliegen[illegible] [illegible] die Chitin-Innenhaut des Enddarmes gegen d[illegible]

After (a) zu sich verdickt und an letzterer Oertlichkeit die Oeffnung total verstopft.

Dieser Fall kann vielleicht als Anpassung zum bessern Schutz dieses Stadiums gelten. Weit wichtiger sind aber folgende Verhältnisse.

Es war schon mehrmals, und auch in diesem Kapitel wieder, von im Wasser lebenden Insektenlarven die Rede, die nicht durch Tracheen, sondern durch Kiemen athmen. Nun findet man hier (Fig. 164) neben den letzteren (d) auch schon die Einrichtung zum Athmen in der Luft, wie sie das Imago hat, nur daß die Luftlöcher (b, c) resp. die zu denselben führenden Tracheen zum Schutze gegen das Wasser für gewöhnlich geschlossen sind und nur bei der Häutung behufs Entfernung der Tracheen-Exuvien momentan geöffnet werden.

Fig. 164.
Larve einer Perlide.
b und c Luftspalten (Stigmen), d quastenförmige Tracheenkiemen. (Original.)

Um nun nach der flüchtigen Schilderung der Häutung noch einmal auf die Ursachen derselben zurückzukommen, so ergibt sich zunächst die Abhängigkeit dieser Erscheinung vom Wachsthum schon aus der Thatsache, daß sich dieselbe nur während jener Entwicklungsperiode mehrmals wiederholt, in welcher faktisch eine

beständige Massen- und Volumzunahme stattfindet, d. i. bei der Larve, während bei der Puppe die Chitinhaut immer dieselbe bleibt.

Um aber herauszubringen, ob das fortgesetzte Wachsthum die wahre resp. die einzige Ursache der Häutungswiederholung oder der Wechselhäutigkeit ist, wollen wir einmal fragen, ob denn überhaupt alle starkwachsenden Larven sich faktisch mehrmals häuten? Und siehe da, das ist durchaus nicht der Fall. — Es gibt wenig Larven, die so stark wachsen wie die der Biene oder die einer Aasfliege, und doch häutet sich erstere gar nicht und letztere, ähnlich wie nach Dewitz gewisse Ameisen, nur einmal.

Der Umstand nun, daß gerade diese anderweitig beschützten Larven eine auffallend zarte und geschmeidige, also auch sehr erweiterungsfähige Haut haben, beweist wohl zur Genüge, daß die Häutung in der That auch mit der Beschaffenheit des Integumentes zusammenhängt.

Aeußerliche Gestaltsveränderungen.

(Ekto-Metamorphose.)

Aller Wechsel in der äußern Gestalt des sich entwickelnden Insektes beruht — einige Kerfgruppen mit ganz absonderlicher Metamorphose ausgenommen — auf Veränderungen in der Faltung der Weichhaut, welche letztere hinsichtlich ihres Wesensbestandes durch alle Entwicklungsstadien hindurch, vom Embryo an bis zum Imago, dieselbe bleibt.

Vor Allem haben wir uns nun an einigen Beispielen über die verschiedenen Hauptarten dieser Veränderungen zu verständigen. Wir unterscheiden 1) Entfaltung oder einfache Entwicklung (Exaplose) und speziell die Neu-

bildung (Neomorphose = Neoplase) und 2) die eigentliche Umformung oder Metamorphose (Metaplase).

Als Entfaltung bezeichnen wir Veränderungen, die sich nicht auf den Typus, sondern nur auf die räumliche Differenzirung oder Vermannigfaltigung beziehen. Wenn z. B. die kleinen Flügel der Puppe in die großen des Falters übergehen, oder wenn der ursprünglich einfache Keimstreif sich in eine Reihe von Segmenten abgliedert, so ist dies eine Entfaltung. Speciell als Neubildung aber bezeichnen wir die letztere, insofern sie neue, früher gar nicht angedeutete Theile hervorbringt. In dem Sinne sind z. B. die Beine des Embryo oder die Flügel der Larve aus und an der Weichhaut entfaltete Neugebilde.

Das Gegenstück zur Neubildung ist die Rückbildung, bei welcher ein früher Bestehendes sei es ganz oder zum Theil wieder verschwindet. Eine totale Rückbildung erleiden z. B. alle echt provisorischen oder specifisch larvalen Theile, wie z. B. die Stummelbeine der Raupen, die Kiemen der Eintagsfliegenlarven; eine partielle hingegen die Oberkiefer der Raupen nnd mancher Köcherjungfern, die Flügel mancher Insekten und andere Organe.

Als eigentliche Umformung betrachten wir dagegen eine auf den ganzen Habitus bezügliche Veränderung eines bereits gegebenen, mehr oder weniger entfalteten Theiles.

Die Maxillen der Raupe und der Rüssel des Schmetterlings z. B. sind unstreitig typisch (und physiologisch) ganz verschiedene Dinge, die Bildung des letztern aus ersteren beruht also auf einer wahren Umformung oder Metaplase die aber, da die Rüsselladen viel länger als die Kauladen sind, zugleich von einer Entfaltung begleitet ist.

Man begreift übrigens sofort, daß speciell die Neubildung von der Umbildung nur gradweise verschieden ist, insofern ja

z. B. die neugebildeten Flügel der Larve und die durch Umbildung entstandenen Rüsselladen des Falters in letzter Linie beide aus einer gemeinsamen Grundlage, der Haut hervorgehen, nur daß dies bei den Raupenflügeln unmittelbar, bei den Falterrüsselladen aber mittelbar d. h. unter Dazwischentreten der Raupenkauladen geschieht.

Scharf zu unterscheiden hat man aber zwischen der Neubildung oder Neoplase, wie wir sie hier verstehen, und jener später zu erörternden Neuerzeugung oder Neogenese, bei der gewisse imaginale Hautorgane gar nicht aus der larvalen Weichhaut, sondern aus besonderen inneren Anlagen hervorgehen.

Nachdem wir jetzt die verschiedenen Arten des Geschehens oder Stattfindens der Hautmetamorphose auseinandergesetzt, müssen wir noch die Bedeutung oder das Ziel derselben in's Auge fassen. Und da sind vornehmlich zwei Kategorien von Veränderungen zu unterscheiden. Jene, welche sich auf die Herstellung der definitiven (Imago-) Gestalt beziehen — den Inbegriff derselben nannten wir schon früher die Imaginalisirung —, und dann jene, welche nur eine vorübergehende oder provisorische Bedeutung haben.

Da letztere noch später in Zusammenhang mit der Erklärung der Metamorphose zur Sprache kommen, beschränken wir uns im Folgenden lediglich auf die nähere Schilderung der Imaginalisirung, wobei wir mit Rücksicht auf den Umfang und die Arten der Veränderungen der Reihe nach folgende Abtheilungen unterscheiden werden.

1. Insekten, deren Anfangsstadium im Wesentlichen dem Imago gleich ist.

   Bildung der Flügel, keine oder geringe Rückbildungen. Gleiche Lebensweise:

   Geradflügler, Schnabelkerfe, Blasenfüßler.

2. Insekten, deren Anfangsstadium ähnlich wie bei 1. dem Imago gleich ist.

   Flügelbildung unterbleibt (z. Th. durch Rückbildung). Gleiche Lebensweise:

   Flügellose.

3. Insekten wie 1., aber Rückbildung mancher provisorischer Organe in Folge des Mediumwechsels:

   Geradflügelige Netzflügler (Libellen, Eintags- und Uferfliegen).

4. Insekten, deren Anfangsstadium (Larve) vom Imago wesentlich verschieden ist.

   Neubildung der Flügel, Neu- oder nur Umbildung vieler anderer Organe (z. B. Beine, Mundtheile). Meist auch (bei Mediumwechsel) Rückbildungen:

   Käfer, Hautflügler, Zweiflügler p. p., Schmetterlinge, Netzflügler p. p.

I. Direkte Entwicklung mit Flügelbildung.

Vergleichen wir einen Repräsentanten dieser Gruppe, z. B. eine Küchenschabe, mit einer Biene und dann beiderlei Typen mit einem dritten gemeinsamen Zustand, d. i. mit dem Embryo (auf einem frühen Stadium), so muß Jeder zugeben, daß der Geradflügler- (oder Küchenschaben-) Typus dem ursprünglichen oder embryonalen Zustand, weit näher steht als der Bienentypus.

Es spricht sich dies besonders in dem für die Rangstufenbeurtheilung der Insekten so wichtigen Mittelkörper aus. Bei der Küchenschabe (vergl. Fig. 153) zeigt die Brust, wenn auch weniger scharf, noch dieselben drei einfachen Abschnitte, wie sie am Embryo durch Gliederung des Keimstreifs entstanden. Bei der Biene hingegen sind nicht bloß die zwei Hintersegmente der Brust unter einander, sondern noch, wie wir in Fig. 157 gesehen, mit dem ersten Hinterleibsring verwachsen, d. h. also die primäre Rumpfgliederkette ist am Bienenimago im

Zusammenhang mit der Kräftigung und Vervollkommnung des Flugapparates viel höher und stärker differenzirt als beim Geradflüglertypus. Letzterer würde ungefähr hinsichtlich der Stammdifferenzirung mit der Halbpuppe der Biene zu vergleichen sein, wo bekanntlich die Verschmelzung und Neuabtheilung der Mittelringe erst im Zuge ist.

Wenn nun aber das Imago der dieser ersten Gruppe angehörigen Kerfe relativ einfacher d. i. vom ursprünglichen Zustand relativ weniger weit als das Imago anderer Insekten entfernt ist, dann ist doch klar, daß auch die Entwicklung dieser Gruppe sich einfacher als sonst gestalten kann.

Fig. 165.
Wanderheuschrecke (Acridium) mit Jungen und Eiersäcken. Nat. Größe.

Stellen wir nun, um auf die betreffenden Veränderungen selbst zu kommen, die kleinen Springer unseres Bildes (Fig. 165) ihrer Mutter gegenüber, so ist die Familien-, ja selbst die Gattungsähnlichkeit unverkennbar. Der Unterschied liegt, von kleineren, sich allmälig ausgleichenden Differenzen abgesehen, vornehmlich im Bau der Flügelbrust resp. im Mangel der Flügel, und mit der Bildungsweise der letztern wollen wir uns denn auch zunächst beschäftigen.

Die Sache läßt sich am Leichtesten an einem Schema verstehen, wie wir ein solches in Fig. 166 entworfen haben.

Fig. 166.
Schemata zur Erläuterung der Flügelbildung durch einfache Ausstülpung (?) der Weichhaut bei den „Ametabolen".
B_1, B_2, B_3 Vorder-, Mittel-, Hinterbrust, vf Vorder-, hf Hinterflügel, ch Chitin-, z zellige Weichhaut. (Original.)

Darin bezeichnen B_1, B_2, B_3 die drei einander fast gleichen Brustringe, sagen wir einer jungen Küchenschabe. Ferner bedeute die äußere dicke Contur (ch) die Chitin- und die innere dünne Lage (z) die Weichhaut. Der erste Anfang zur Flügelbildung zeigt sich nun darin, daß an den betreffenden Stellen (Seitenränder eventuell Hinterecken des 2. und 3. Brustringes)

die bildungsfähige Weichhaut stärker wächst und
stärker faltet als an den übrigen Theilen. Bei d
Häutung nehmen dann d
wüchse d. h. diese stärker g
und stärker gefalteten Bru
die Form besonderer Lapp
dies sind die „Flügel
„Scheiden" deswegen, we
nach dem gleichen Falt
wieder neue und größere
entwickeln. — So ergeben
und nach die in Fig. 15
reihenweise dargestellten
— Im Einzelnen, z. B.
des Beginnes, der Stär
heit und der näheren Art
wachsthums, gibt es aller
suche, aber noch wenig studirte Differenzen un
interessante Anpassungen. Regel ist, daß sich die Fl
durch mehrere Stadien hinzieht und in Bezug au
entfaltung gegen Ende einen beschleunigten Verla

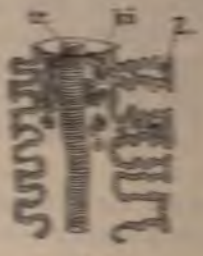


Fig. 187.
Schnitt durch Längsschnitt von der Flügelanlage einer entwickelten Larve.
a in gewöhnlicher großer und normaler Stellung falten gelegte Zellhaut, tr Tracheen, bl Blutzellgebiete im Innern der Flügelanlage.
(Original.)

Nur Eins sei beso
vorgehoben. Bei d
unserer Kerfe (Wan
len, Eintagsfliegen,
Stabheuschrecken, O
u. s. w.) entstehen
wie bei der Küchen
nehmlich aus den
der Rückenplatten
tenauch, wie Fig.
bis zur letzten Hä
vorwiegend horizon

Fig. 188.
Drei Larvenstadien einer Küchenschabe (Blatta germanica) zur Demonstrirung der horizontalen Flügelentfaltung.

bei. Bei den Grillen, den Laub- und Schnarrheuschrecken u. A. hingegen erscheinen sie (Fig. 169 vF, hF) als rein seitliche Aus-

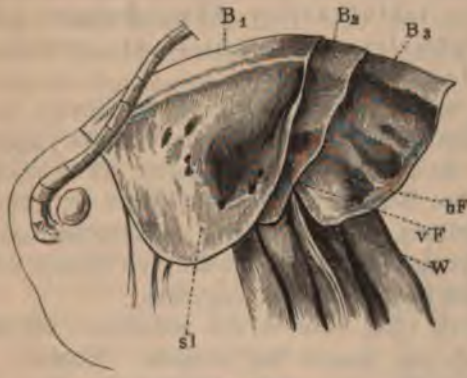


Fig. 169.
Brustkorb einer jungen Laubheuschrecke, vergr. vF, hF Anlagen der Flügel, als den Seitenlappen (sl) des Halsschildes homologe Aussackungen.

stülpungen der genannten Rückentheile, werden aber noch im unentwickelten Zustand und zwar bei der zweitvorletzten Häutung (Fig. 170) auf den Rücken umgeklappt. Bei der letzten Häutung erfolgt dann unter vorhergehender starker Abschnürung der Flügelwurzel eine neue Umdrehung, diesmal um die Längsachse, so daß dann der Außenrand des Imago-flügels dem Vorderrand der seitlichen Anlage entspricht.

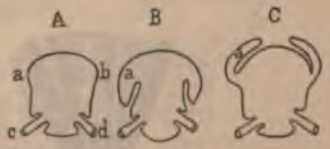


Fig. 170.
Schematische Darstellung der Flügelentfaltung der Heuschrecken an Querschnitten.
c, d die bauchständigen Beine, a, b taschenartige Falten der Rückenplatten, aus denen sich die Flügelscheiden entwickeln, und zwar bei B in ihrer ursprünglichen Lage, bei C nach erfolgter Umlegung auf den Rücken.

Zum Theil sind dies jedenfalls Anpassungen, insofern für einen niedergedrückten und breiten Leib die hori-

zontale, für einen hohen und schmalen Leib die seitliche resp. die verticale Flügellage angemessener und vortheilhafter ist und in Folge gewisser individueller Abweichungen die eine Bildungsweise auch leicht in die andere übergehen kann.

Die Entwicklung der Flügel, ist ohne Zweifel die augenfälligste Formveränderung, welche mit unseren jungen Kerfen vorgeht. Es gibt aber noch eine andere, die in mancher Hinsicht für den Beruf des Imagos wichtiger ist. Wir meinen die Ausbildung gewisser äußerer Geschlechtswerkzeuge, und speciell der insbesondere bei Libellen, bei Grillen und Laubheuschrecken sehr auffallenden Legeröhre.

Wie im ersten Band S. 224 nachzulesen, besteht letztere meist aus drei Paaren von länglichen Stücken, die von den Bauchplatten der letzten Leibesringe ausgehen. Das Nähere der Entstehung zeigt dann Fig. 178 A. Man sieht hier ein junges, sagen wir heuschreckenartiges Thier, außen mit der Hart-, innen (dünne Contur) mit der Weichhaut. Wie, vorne an der Brust, die Flügel sich bilden, ist schematisch angedeutet: durch Faltung der Weichhaut (fl_1, fl_2). Blicken wir nun in die Gegend, wo beim vollendeten Thier der (durch Punktlinien bezeichnete) Legestachel hervorsteht, so

Fig. 171.
Hinterleibsende einer weiblichen Laubheuschrecke (Odontura serricauda) im Jugendzustand.
8, 9 zapfenartige Anlagen der Legeröhre.

bemerken wir an unserem jungen Geschöpf noch gar nichts. Entfernen wir aber die Harthaut, so zeigen sich uns an der achten und neunten Bauchplatte je ein Paar zapfenartiger Vorsprünge (vergl. auch Fig. 171), und der Leser sieht, daß diese Legescheidenanlagen abermals nichts Anderes als Falten der Weichhaut sind.

Nun blicke man auf das sonderbare Geschöpf in Fig. 172, das allerdings mit den in Rede stehenden Kerfen nichts zu thun hat. Selbes ist aber doch höchst interessant; es ist nämlich die Larve einer winzigen Schlupfwespe, deren Weibchen bekanntlich gleichfalls eine Legeröhre haben, und der Leser ist gewiß begierig zu erfahren, wie letztere hier, d. i. bei einem metabolischen Insekt, entsteht. Nun, ganz genau so wie bei einer Heuschrecke. Untersuchen wir nämlich das Hinterende dieser seltsamen Larve, so entdecken wir unter der Weichhaut drei Paare von Zapfen (g_1, g_2, g_3), die, wie man sieht, ganz und gar mit den Legscheidenanlagen der Heuschrecke (Fig. 171 B) übereinstimmen.

Fig. 172.
Letzte Larvenform von Polynema (Schlupfwespe), nach Ganin.
g_1, g_2, g_3 Anlagen des Legestachels.

Diese Uebereinstimmung aber ist gewiß von hoher Wichtigkeit. Sie lehrt uns nämlich, daß trotz aller Verschiedenheiten im Baue und in der Bildungsweise der Insekten gewisse Hauptgrundzüge der Entwicklung dennoch bei allen dieselben sind.

Zum Schlusse noch eine Bemerkun
große Aehnlichkeit zwischen den jungen u
Thieren unserer Gruppe ist zwar nicht
aber doch ermöglicht durch die Ueber
Lebensweise. Dies ist aber nicht bei
gestellten Kerfen so, und denken wir
Lebenslauf der Cicaden. Das Imago de
frei auf Bäumen, die Larve hingegen
Wurzeln. Letztere besitzt zu dem Zwec
auffallend starke, hakenartige Vorderf
und hat solche aber nicht, und nun ist
andern Abänderungen abgesehen, die U
füße in die gewöhnlichen Kerfbeine ni
einmal geht.

Und in der That schaltet sich au
und Imago eine wahre, ja sogar e
ein, und so sieht man neuerdings, d
keit des Insektenthums aller Eintheilu
spottet.

II. (Schwache) direkte Entwicklung o
z. Th. mit rückschreitender Me

Den Imagines der frühern Abtheil
daß sie zwar vollständige Insekten, ab
Stiles seien. Die Mitglieder dieser
niedriger; sie sind wegen der mangeln
keine vollständigen, keine ganzen Insekte
weiter als einfache Sechsfüßler.

Im Uebrigen ist ihr Rang ein
unterscheiden: 1) Kerfe, die sich, wie z.
Höhlenheuschrecken u. s. w., nur als
früheren Gruppe, der Wanzen, der
herausstellen und, die Sexualorgane abg

ungefähr auf der Stufe stehen, welche die Jugendstadien der genannten einnehmen. 2) Typische Flügellose, wie die Springschwänze, z. Th. gleichfalls von echt larvenartigem Habitus, indem bei manchen nur sog. Punkt- und keine Facettaugen vorkommen und der Endabschnitt ihrer Beine, was ganz larvenmäßig, bisweilen nur ein Glied und eine Klaue hat. 3) Endlich Kerfe, die, wie die unterschiedlichen Haar- und Feder-, sowie die Schildläuse, gleich den ebengenannten nur flügellose Formen der ersten Gruppe, speciell der Schnabelkerfe, sind, in Folge ihrer parasitischen Lebensweise aber nicht bloß die Flügel, sondern auch manche andere specifisch imaginale Charaktere, wie die zusammengesetzten Augen, die Fühler, die mehrgliederigen Tarsen u. dergl., verloren haben, und so, wie gebürlich, auf der langen Stufenleiter der Insekten zu allerunterst, noch unter den Springschwänzen und ähnlichem Gelichter placirt werden.

Mit dieser Eintheilung ist auch schon ihre theils sehr kurze, theils rückläufige Entwicklung z. Th. mit Metamorphose angedeutet.

III. Direkte Entwicklung mit Flügelbildung und Rückbildung provisorischer Organe.

Auch mit diesen Kerfen (Eintagsfliegen, Libellen ꝛc.) brauchen wir uns nicht lange aufzuhalten; denn es sind wahre Geradflügler nur mit dem Unterschiede, daß sie, weil ihre Entwicklung im Wasser geschieht, während dieser Zeit mit besonderen, diesem Medium entsprechenden Organen, namentlich mit Flossen, Kiemen ꝛc. ausgerüstet sind, die dann beim Uebergang in die Luft in der Regel abgelegt werden.

Obgleich wir nun von diesen Kerfen schon vieles gehört, wolle man sich doch noch nachstehendes Schema einer hübschen Eintagsfliegenlarve ansehen.

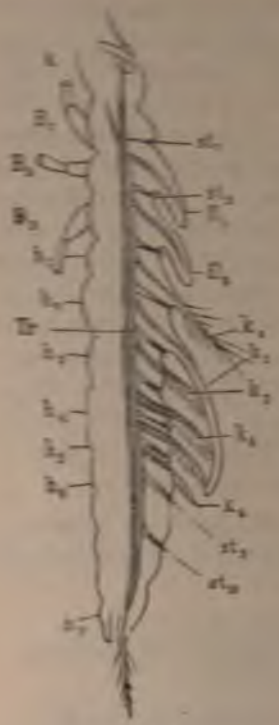


Fig. 173.
Schematischer Median-Längsschnitt einer Eintagsfliegenlarve (Cloëon).

k Kopf, B_1—B_3 Vorder-, Mittel- und Hinterbrust resp. Beine, h_1—h_{10} Hinterleibsringe, fl_1 Vorder-, fl_2 Hinterflügelanlagen, k_1 borstenartige Kieme (?) des 1. Hinterleibsringes, k_2 als Kiemendeckel fungirende Tarsalausstülpung am 2. Ring, k_3—k_6 eigentliche Tracheenkiemen am 3., 4., 5. und 6. Ring; Tr Tracheenlängsstamm, st_1—st_{10} (an der Larve nur während der Häutung sich öffnende) Stigmen zum Tracheen. (Original.)

Am Vordertheil
wir fast Alles so
einer jungen Heuschre
mal auch die Flügel
(fl_1, fl_2) der Mittel- (
Hinterbrust (B_3). Hö
derbar ist aber der Hi
Auf den ersten Blick
man, er sei an der
mit zwei Flügeln bedec
sind aber zwei Dec
vom Hinterleib selbst, u
vom zweiten Ring entf
Beobachtet man unterm
skop das lebende Thier
so sieht man ferner unt
Hinterleibsflüge
franste, dünne Platt
Art einer Kreissäge
und herbewegen: dies
Tracheenkiemen. Außer
merkt man vor den er
Decken, am ersten Hin
ring, noch ein Paar
Fortsätze. Das Schem
nun das nähere Be
dieser Anhänge. Al
den Flügeln ähnlich
z. Th. vielleicht mehr
Ausstülpungen der
leibsringe. Am dritt
ten, fünften und
(h_3—h_6) stehen zun

unter sich gleichen Kiemen (k_3—k_6). Die gewissen Flügelchen am zweiten Ring (k_2) sind der Lage nach dasselbe, ihrer Bestimmung nach aber, ähnlich wie bei Krebsen, Deckel oder Schutzvorrichtungen für diese zarten Organe.

Unklar bleibt die Bestimmung der starren, spießigen Fortsätze am ersten Ring (k_1), auf denen sich mit Vorliebe allerlei Glockenthierchen ansiedeln.

Bei der letzten Häutung fallen dann auch hier auf die im frühern Kapitel beschriebene Art alle diese schönen Sachen fort; die zehn schon vorbereiteten Stigmen (st_1—st_{10}) öffnen sich und das früher so unsaubere Schlammthier fliegt als nettes Kerschen in die Lüfte.

In mancher Hinsicht sieht dies nun gewiß sehr einer „Verwandlung" ähnlich, man vergesse aber das schon im ersten Band Gesagte nicht, daß nämlich bei gewissen Formen (Fig. 164) die Kiemen gar nicht abgeworfen werden, im Ganzen also, die Flügel abgerechnet, das Imago genau dieselben Theile wie die „Larve" hat.

IV. Entwicklung mit Metamorphose.

Obzwar kaum ein zoologischer Gegenstand so populär wie die Metamorphose der Insekten ist, so besitzen wir doch über den Vorgang, wir möchten sagen über die Technik der Verwandlung selbst, nur eine einzige den gegenwärtigen Anforderungen einigermaßen entsprechende Darstellung, nämlich die von Weismann, über Corethra plumicornis, welche Arbeit wir denn auch, unter Benutzung einiger anderer z. Th. eigener Detailstudien der folgenden Schilderung zu Grunde legen.

Da das Ziel der Corethra-Entwicklung, resp. das Bild einer Mücke allen Lesern bekannt sein dürfte, beginnen wir gleich mit der kurzen Musterung des Anfangsstadiums

d. i. der Larve (Fig. 174), und nehmen zunächst den Kopf in Augenschein.

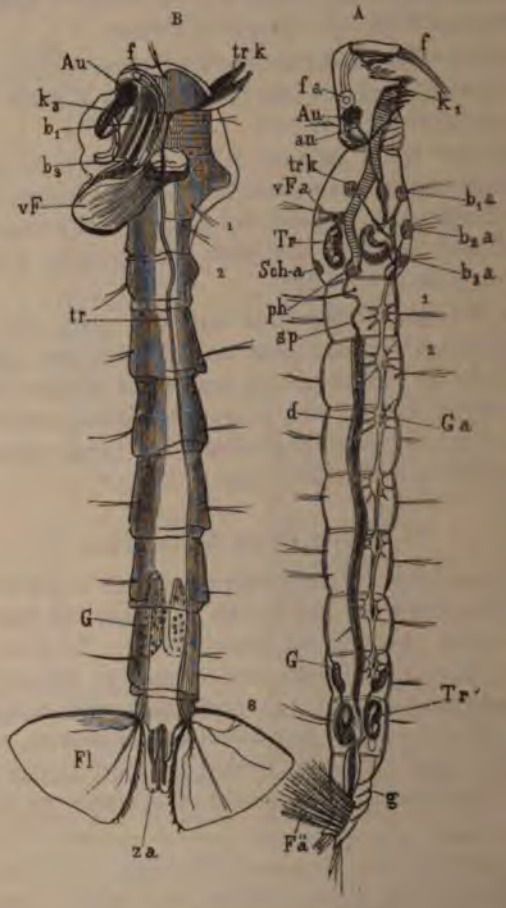


Fig. 174. (Erklärung s. S. 493.)

Von oben betrachtet zeigt derselbe bis auf die schnabelartige Verlängerung nichts Absonderliches, dagegen wir uns bei seitlicher Ansicht einem grimmig vorlugenden Spinnenhaupt gegenüber glauben. Dies rührt von der eigenthümlichen Beschaffenheit und Stellung der Fühler her. Während diese Anhänge bei andern Kerflarven meist ganz unansehnliche, oft sogar ganz in die Haut einziehbare Vorsprünge darstellen, sind die Corethra-Fühler weitaus die stärksten und wichtigsten Gliedmaßen. Es sind ihrem Gebrauche nach überhaupt keine echten Fühler, sondern den berüchtigten Spinnenklauen ähnliche, nach hinten einschlagbare Fangwerkzeuge: also Kieferfühler. Sie bestehen (Fig. 174 A f), wie jene, aus einem dicken Stiel, tragen aber statt der Klaue einen Rechen steifer Borsten. Jetzt begreift man auch, warum unsere für ihre lebende Umgebung schwer sichtbare Larve oft so lange, wie festgebannt, an einer Stelle verweilt. Sie lauert auf Beute, die sie dann mit ihren „Fühlern" etwas unsanft berührt und den weiter hinten befindlichen eigentlichen Mundtheilen überantwortet. Letztere zeigen mit Uebergehung einiger theils borsten-, theils blattartiger Zwischenanhänge (β') folgende Einzelheiten: erstens eine große, lappenartige Oberlippe (ol), dann, die Hauptsache, ein Paar kräftige, mehrzahnige Oberkiefer (k_1) und endlich, hinter der Mundöffnung, zwei

Erklärung zu Fig. 174.

Zur Entwicklung der Federbuschmücke (Corethra plumicornis), nach Weismann.

A Larve nach der 2. Häutung. f Fühler, fa Anlage der Imagofühler, Au Haupt- (Imago-), au Neben- (Larven-) Auge, k_1 Oberkiefer, b_1 a, b_2 a, b_3 a Anlage der Vorder-, Mittel- und Hinterbeine, trk Anlage der Tracheenkieme, vFa der Vorderflügel, Scha der Schwinger (Hinterflügel), 1—9 Hinterleibsringe, Tr vordere, Tr' hintere Tracheenblasen, ph fischreusenartiger Pharynx, d Mitteldarm, Ga Ganglienkette, G Anlage der Geschlechtsdrüsen, Fä fächerartiges Schwanzorgan. ca. 12 mal vergrößert.

B Puppe. f Fühler, Au Augen, k_2 Unterlippe (Rüssel), b_1, b_3 Beine, vF Vorderflügel, tr Tracheenlängsstamm, (trk) sog. Stigmenkiemen, G Geschlechtsdrüsen, za zangenartige äußere Geschlechtstheile, Fl Schwanzflossen.

Paare von schwächeren Gliedern: die Unterkiefer und Un
lippe (ku., ko).

Uebergehend auf die Brust, so ist vorerst der gänz
Mangel von irgend welchen Anhängen zu constatiren; u
auffallender erscheint es, daß dieser Rumpfabschnitt dann
in die drei typischen Segmente zerlegt ist, sondern ein ein
größeres Stück ausmacht. Der übrige Rumpfkörper oder
Hinterleib besteht dann aus zehn schlanken, durch deu
Kerben von einander gesonderten Somiten, deren letztes
spitz ausgezogen ist. Dieser Schlußtheil hat nun, gleich
Kopf, eine auffallende Ausrüstung. Das Wichtigste ist,
auf der Mittellinie, eine Art Steuerruder oder Flosse
bestehend aus steifen, fiedrigen Haaren, die sich fäche
zusammenlegen und entfalten lassen. Dazu kommen da
der Leibesspitze selbst die für Kerflarven obligaten Griffe
Borsten, also Stützvorrichtungen für kriech
Thiere, die hier ziemlich überflüssig erscheinen. —

Stellen wir jetzt, nach stattgefundener Beschreibu
Larve, eine ordnungsmäßige Vergleichung mit dem
an, so wird sich genau zeigen, was am einen Zustan
ändert werden muß, um den andern zu bekommen. Es
sich um dreierlei: erstens um totale Entfernung
[illegible] Larventheile, zweitens um die Umfo
andern, und drittens um die Neubildung mancher Im
gaben. Es entfernen sind z. B. der Schwanzfäch
[illegible] und die [illegible] Tastborsten
[illegible]. Umgeformen sind: Kopf und Brust im
[illegible] und dann die Anhänge des [illegible], soweit
[illegible] und [illegible] der Mitte werden.

[illegible] die äußern
[illegible] Stützvorrichtungen: die Be
[illegible]

Wir besprechen nun gleich die letztern, also die

a. Neubildungen.

Vom Ausschlüpfen aus dem Ei bis zur ersten Häutung und desgleichen von da bis zur zweiten Häutung findet nach Weismann an der Brust der Corethra-Larve keine merkliche Veränderung statt, und abgesehen vom verfrühten Auftreten der (imaginalen) Facettaugen (Fig. 174 Au) können wir überhaupt sagen, daß unser Glasthier während der ersten zwei Perioden des freien Lebens den ursprünglichen Charakter beibehalte.

Sowie aber die zweite Häutung vorüber und das letzte Larvenstadium beginnt, fallen im vollkommen durchsichtigen Thorax mehrere kleine pustelartige Anschwellungen an der Haut auf, die sich (vergl. Fig. 175) ihrer Lage nach als die ersten deutlichen Anlagen der Beine (b_1 a — b_3 a), ferner der Flügel (vF a) und der die Hinterflügel vertretenden Schwingkölbchen (Sch a) darstellen, und welche Weismann ihrer Bedeutung und ungefähren Gestalt wegen als „Imaginalscheiben" bezeichnete.

Die erste Frage ist nun selbstverständlich, wie sehen diese ersten Imaginalkeime aus und wie entstehen sie? Sicher ist zunächst nur: 1) daß es verdickte Stellen oder Wucherungen der Weichhaut sind, und 2) daß diese Theile, wenn sie eine gewisse Ausbildung erlangt haben, in die umgebende dünnere Haut hineingestülpt erscheinen.

Zur Erläuterung nehme man zunächst das Querschnittschema Fig. 175 A zur Hand. Es bedeute wieder die äußere Contur (ch) die Chinhülle und die innere (z) die zellige Weichhaut. An letzterer sieht man nun oben (bei f) und unten (bei b) je ein Paar verdickter Stellen, welche in die umgebende dünnere Weichhaut eingestülpt sind, sich somit als die in Rede stehenden Flügel- und Beinanlagen erweisen.

[illegible]

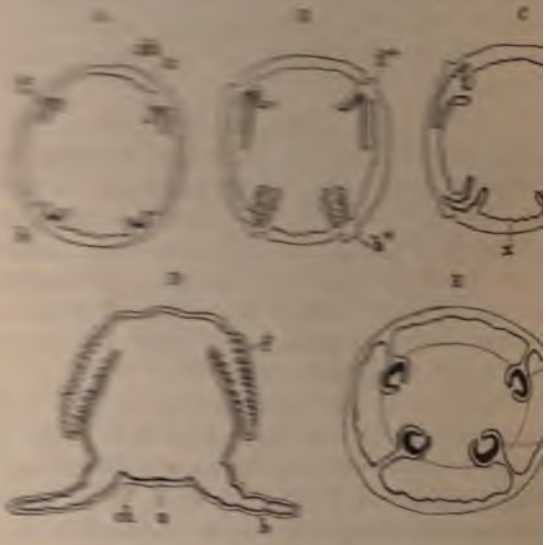


Fig. 175 A—E.

Schemata zur Erläuterung der Beine- und Flügelbildung in der Larve und der metabolischen Insekten an Querschnitten.

Integument ist die äußere Cuticula (ch) die Chitin-, die innere (i) die zellige Haut (Epidermis).

f Flügel-, b Beinanlagen.

A Erste Anlage der Imaginalpapillen. (Larve I. St.)

B Fortschreitende Versenkung derselben. (Larve II. St.)

C Beginnende Ausstülpung derselben. (Larve III. St.)

D Vollendete Ausstülpung nach Abstoßung der Larvenhaut. (Puppe.)

E Stadium D mit tieferer Einsenkung der Imaginalfalten und Verengerung der Ausstülpungsöffnung. (Origi[illegible]

Hautstückes und dadurch die Faltung, auf welche die Einstülpung des verdickten Theiles zurückzuführen.

In jüngster Zeit haben aber zwei namhafte Forscher, nämlich Dewitz und Ganin wesentlich andere, jedoch unter einander wieder abweichende Darstellungen gegeben. — Um kurz zu sein behauptet Ersterer, daß die dünne Membran

Fig. 176.
Querschnitt durch die Mitteldrust einer Larve der franz. Wespe (Polistes gallica). ch Chitinhaut (abgehoben), Z zellige Weichhaut, rm Rücken-, bm Bauchlängsmuskeln, h Herz, dep Darmepithel, F zelliges Bindegewebe, Tr u. tr Tracheen, n Nervenendigungen an der Haut, bm Bauchmark, Ba Anlagen der Beine (Falten der Epidermis. (Original.)

der Tasche, in welcher der verdickte Imaginalzapfen liegt, durch Abspaltung aus der massiv gedachten primären „Imaginalscheibe“ entstünde, etwa so, als wenn man mit einem Hohleisen nahe der Rinde einen Einstich in einen Apfel machte.

Da sich aber, wie wir von früher wissen, solche Fragen nur an dünnen Schnitten mit Sicherheit entscheiden lassen,

[illegible] Verhältnisse auch hier und zwar bei [illegible]
[illegible] Verhältnissen wiederfindet.

Die [illegible] Gliedmaße (Fig. 175) kann sich der [illegible]
[illegible] Zustand bilden.

Zu Beginnen [illegible] zu einer ganzen, vielfach verb[illegible]
[illegible] die stachelförmige Chitinschicht, die Weichhaut [illegible]
[illegible] ist hier [illegible] Es kann die gemeine (quergestrei[illegible]
[illegible] Dann [illegible] man, unter beiderseits des B[illegible]
[illegible] Fuß, je eine [illegible], aber noch keine [illegible]
[illegible] der Stachelzapfen.

Hier kann man sich nun auf das deutlichste überze[illegible]
daß der gattungsmäßig [illegible] Mittelfuß nicht [illegible]
[illegible] hat, und daß seine Verbildung lediglich [illegible]
[illegible], daß die Zellen dieser Partie etwas höher sind [illegible]
[illegible], daß die Muskeln der schließenden Verfü[illegible]
[illegible] der Bewegungen liegt, vom letzteren durch [illegible]
[illegible] entfernen ist, findet sich nicht der geringste An[illegible]
[illegible]. —

Der Leser hat jetzt gesehen, daß die Anlage der ge[illegible]
Verbildungen bei den metabolischen Kerfen (Corethra, [illegible]
[illegible]) im Wesentlichen keine andere ist wie die der [illegible]
bei den ametabolischen (Küchenschabe).

Ein gewisser Unterschied zeigt sich erst bei der we[illegible]
Entwickelung, insofern nämlich, als bei den letztere[illegible]
[illegible] Fällen sofort sich äußerlich zwi[illegible]
Hart- und Weichhaut weiter ausbreiten ([illegible]
Fig. 175 C), während bei den metabolischen di[illegible]
Stadium der vorherrschenden Ausstülpung [illegible]
anderes, nämlich das der gleichzeitigen Ein[illegible]
zung (B) vorhergeht.

Wir sagten „gleichzeitigen" Einstülpung, weil in [illegible]
Maße, als der Bein- oder Flügelzapfen (175 Bf" b") nach [illegible]
d. i. centrifugal sich verlängert, seine Scheide oder Tasche

nach innen d. i. centripetal ausbreitet. Auf die Weise kommt es auch, daß trotz der beständigen Verlängerung dieser „Anhänge“ ihre Spitze sich doch nicht über das Niveau der Weichhaut erhebt, ja im Gegentheil bisweilen beträchtlich unter dasselbe hinabsinkt.

Was aber eigentlich der Grund dieser combinirten Aus- und Einstülpung ist, ob sie, anfangs wenigstens, vielleicht auch durch den Widerstand der äußern Chitinhaut bedingt sei, davon weiß man ebensowenig wie hinsichtlich

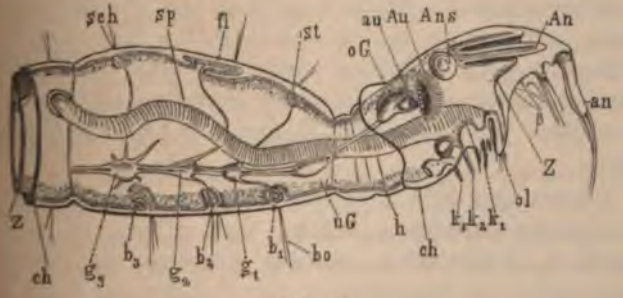


Fig. 177.

Vorderleib einer Corethra-Larve (etwas schematisirt), nach Weismann.

ch äußere Larvenchitinhaut, z zellige Larven- und Imagohaut, an Larvenfühler, An Imagofühler, in der von der Caticula zurückgezogenen Zellhaut sich bildend, Ans Fühlerscheide, Au Haupt-, au Nebenauge, oG oberes, uG unteres Schlundganglion, β provisorische Larvenmundanhänge, ol Oberlippe, k₁ Vorder-, k₂ Mittel-, k₃ Hinterkiefer (Unterlippe), h Hals, g₁, g₂, g₃ Vorder-, Mittel- und Hinterbrustganglion, b₁, b₂, b₃ Beinanlagen an der Zellhaut (in verschiedener Entwicklung), ist Anlage der Kiemenstigmen (Vorderbruſtflügel), fl der eigentlichen (Mitteldrust-) Flügel, sch der Schwinger (Hinterbrustflügel), sp Speiseröhre.

der offenbar ganz analogen Einstülpung des Libellen- oder Wanzenkeimstreifs. —

Nur so viel ist wahrscheinlich, daß diese Verborgenheit der Imaginalanlagen und der dadurch ermöglichte längere Fortbestand des Larval-

so haben wir diese Methode auch hi
halbreifen Polistes-Larve versucht.

An einem dieser Schnitte (Fig. 1
nun ein eigenes Urtheil bilden.

Zu äußerst bemerkt er eine za
Membran d. i. die abgehobene Chitind
die es hier ankommt, ist dann die
Lage (z). Daran sieht man nun, unte
markes (bm), je eine auffallende,
offenbar die Beinanlage.

Hier kann man sich nun auf das
daß der zapfenartig vorspringende M
sondern hohl ist, und daß dessen Be
herrührt, daß die Zellen dieser Part
Dafür, daß die Membran der schü
in welcher der Beinzapfen liegt, v
spaltung entstanden sei, findet sich nic
punkt. —

Der Leser hat jetzt gesehen, daß
Neubildungen bei den metabolischen
listes) im Wesentlichen keine andere
bei den ametabolischen (Küchenschabe).

Ein gewisser Unterschied zeigt si
Entwicklung, insofern nämlich, als
fraglichen Falten sofort sich
Hart- und Weichhaut weiter
Fig. 175 C), während bei den m
Stadium der vorherrschende
anderes, nämlich das der glei
pung (B) vorhergeht.

Wir sagten „gleichzeitigen" Ein
Maße, als der Bein- oder Flügelzapfen
d. i. centrifugal sich verlängert, seine

Chitinhaut ein mit Beinen und Flügeln versehenes Wesen hervorkommt.

Es ergäbe sich nun zunächst die gewiß nicht so müßige Frage, ob bei allen metabolischen Insekten die Imaginalisirung der Larve relativ d. i. in Bezug auf die gesammte Dauer des Larvenlebens zur gleichen Zeit beginnt und ob dieser Proceß überall mit derselben Geschwindigkeit abläuft.

Leider läßt sich diese Frage gegenwärtig nur sehr unvollkommen beantworten, und zwar erstens deshalb, weil dieser Vorgang bisher nur an wenigen Formen studirt wurde, und zweitens wegen des Umstandes, daß man noch immer die Entwicklungsphasen nach den Häutungsperioden bestimmt, trotzdem die Zahl der letzteren, wie uns bekannt, bei den verschiedenen Insekten höchst ungleich und der Werth einer solchen also ein sehr verschiedener ist. —

Für manche unserer Leser dürfte übrigens schon die Thatsache ganz neu sein, daß bei gewissen metabolischen Insekten die Imaginalisirung schon vor der vorletzten Häutung beginnt, ein Umstand, der allerdings bereits Swammerdamm und Herold bekannt war.

Von den Bienenlarven wurde oben gesagt, daß sie sich als Larven gar nicht häuten; bei den Ameisen, mit ähnlicher Zarthaut, soll dies nach Dewitz wenigstens einmal geschehen. Ihr Larvenleben zerfällt also, mit Rücksicht auf diese Häutung nicht in drei, wie bei Corethra, sondern nur in zwei Perioden. Dewitz hat nun nachgewiesen, daß bei diesen Kerfen das erste Stadium der Imaginalisirung d. i. die Anlage und z. Th. auch die Differenzirung der Brustanhänge faktisch schon vor der ersten Häutung beginnt, die Entwicklung also sich nicht ganz auf das Endstadium concentrirt.

Ja, wird man sagen, dann muß man doch an den älteren Larven, d. i. nach der ersten Häutung, schon äußerlich, d. i.

lebens dem sich entwickelnden Thier unter gewissen, später zu erwähnenden Umständen von Vortheil sein kann.

Wir kommen nun auf die weitere Differenzirung und Entwicklung unserer Anhänge, müssen uns jedoch, unter Verweisung auf die ausführliche Arbeit Weismann's, auf die Erklärung beschränken, daß es sich in jeder Hinsicht um eine wahre Entfaltung handelt. Letztere zeigt sich einmal in der fortschreitenden Verlängerung der Anhänge, die aus naheliegenden Gründen, zumal an den Beinen, zu mannigfachen, meist spiralförmigen Krümmungen nahe der Hautoberfläche führt, und dann in den secundären Falten oder Runzeln, welche sich auf den Anhängen selbst (175 Bb*) bilden und von deren Natur man eine ungefähre Vorstellung erhält, wenn man einen vorne zugenähten Rockärmel in sich selbst hineinstülpt.

Haben aber diese in den Weichkörper versenkten Anlagen eine gewisse Ausdehnung erreicht, dann erfolgt, und z. Th. gewiß im Zusammenhang mit den geänderten Spannungsverhältnissen des Binnenkörpers, ihre Ausstülpung, wobei sie unter gleichzeitiger Glättung der erwähnten Falten und Runzeln noch weit größer werden, als sie im invaginirten Zustand zu sein schienen.

Bei einem Insekt, dessen Chitindecke so vollkommen durchsichtig wie bei der Corethra ist, können wir die jetzt flüchtig skizzirten Veränderungen Schritt für Schritt mit den Augen verfolgen und uns so überzeugen, daß die Larve nur ganz allmälig aufhört Larve zu sein und ebenso allmälig anfängt Puppe resp. Imago zu werden.

Bei undurchsichtigen Kerfen hingegen bemerken wir von allen diesen Vorgängen gar nichts, und so sind wir freilich sehr erstaunt, wenn beim endlichen Aufspringen der

Chitinhaut ein mit Beinen und Flügeln versehenes Wesen hervorkommt.

Es ergäbe sich nun zunächst die gewiß nicht so müßige Frage, ob bei allen metabolischen Insekten die Imaginalisirung der Larve relativ d. i. in Bezug auf die gesammte Dauer des Larvenlebens zur gleichen Zeit beginnt und ob dieser Proceß überall mit derselben Geschwindigkeit abläuft.

Leider läßt sich diese Frage gegenwärtig nur sehr unvollkommen beantworten, und zwar erstens deshalb, weil dieser Vorgang bisher nur an wenigen Formen studirt wurde, und zweitens wegen des Umstandes, daß man noch immer die Entwicklungsphasen nach den Häutungsperioden bestimmt, trotzdem die Zahl der letzteren, wie uns bekannt, bei den verschiedenen Insekten höchst ungleich und der Werth einer solchen also ein sehr verschiedener ist. —

Für manche unserer Leser dürfte übrigens schon die Thatsache ganz neu sein, daß bei gewissen metabolischen Insekten die Imaginalisirung schon vor der vorletzten Häutung beginnt, ein Umstand, der allerdings bereits Swammerdamm und Herold bekannt war.

Von den Bienenlarven wurde oben gesagt, daß sie sich als Larven gar nicht häuten; bei den Ameisen, mit ähnlicher Zarthaut, soll dies nach Dewitz wenigstens einmal geschehen. Ihr Larvenleben zerfällt also, mit Rücksicht auf diese Häutung nicht in drei, wie bei Corethra, sondern nur in zwei Perioden. Dewitz hat nun nachgewiesen, daß bei diesen Kerfen das erste Stadium der Imaginalisirung d. i. die Anlage und z. Th. auch die Differenzirung der Brustanhänge faktisch schon vor der ersten Häutung beginnt, die Entwicklung also sich nicht ganz auf das Endstadium concentrirt.

Ja, wird man sagen, dann muß man doch an den älteren Larven, d. i. nach der ersten Häutung, schon äußerlich, d. i.

an der Chitinhaut, die Spuren diese
die neue Harthaut stellt ja im
Abdruck der alten Weichhaut
und Einstülpungen dar. Und d
Man nehme, um darüber ganz klar
Fig. 175 A in Augenschein. ch zeig
bornen Larve. Später faltet sich
bilden sich die Imaginaleinstülpungen
ginnt aber auch schon die Abscheidun
und zwar auch über den Imaginalsc
die erste Häutung, d. h. die ring
haut (A ch) wird abgeworfen und di
und C) mit den Ab- und Eindrück
kommt zum Vorschein. Letztere heb
Dewitz recht verstehen, schon sehr
stülpungen der Weichhaut sich wei
selben ab.

Die Folge davon ist, daß diese
Chitinhaut nur sehr schwache Spuren
Falten zeigt. Außerdem glätten sich
der Harthaut die betreffenden Unebe
so hat man, zumal an fast ausgew
dieselben (B, C b*, f*) überhaupt wa

Als eine allerdings nebensächl
der Weiterentwicklung der Ameisenbe
vor, daß vor dem Beginne ihrer Aus
zwischen ihren Taschen (C x) derart
Beine in einer gemeinsamen Grube

Während, wie eben gezeigt,
Imaginalisirung im vorletzten Häutu
sie bei Insekten mit öfterer Häutung
lingen, bisweilen schon in der zw
Periode, d. i. also um eine gewisse P

Bei den letztgenannten Kerfen verdient übrigens auch die Form der Extremitätenanlagen Erwähnung. Jede ist bekanntlich (Fig. 175 B f) eine Art Doppelfalte, d. h. sie besteht aus einer Ausstülpung, der eigentlichen Gliedmaßen-Anlage, und aus einer Einstülpung, welche eine wahre „Scheide" ist.

Nun kann man wohl schon von vorneherein erwarten, daß die relative Entwicklung der bezeichneten zwei Bestandtheile bei verschiedenen Thieren eine ungleiche sein werde.

Dies zeigt sich nun auch in der That bei den Schmetterlingen und manchen andern Gruppen, und zwar darin, daß hier, anfangs wenigstens, die Flügeltasche oder -Scheide relativ größer als die Flügelanlage selbst ist.

Stellen wir uns nun, mit Hilfe der Fig. 175 E, weiter vor, daß sich der Sack, in dem die tief in den Weichkörper eingesenkte Flügelanlage gleichsam aufgehängt ist, über der letzteren vorhautartig zusammenzieht, so kann es geschehen, daß wir von der ganzen Bildung äußerlich entweder gar nichts oder nur eine feine Oeffnung bemerken, und daß wir in Folge dessen auch die versenkten Imaginalanlagen selbst gar nicht für wahre Hauttheile, sondern für selbständige rein innerliche Bildungen halten.

b. Umformungen (Metamorphose i. e. S.).

Es versteht sich eigentlich von selbst, daß alle Gestaltveränderungen, die irgend ein thierisches Geschöpf während seines Lebens durchzumachen hat, im Allgemeinen nur ganz allmälig vor sich gehen. Dies ist denn auch wirklich z. Th. bei den Insekten der Fall, indem ja z. B. die Flügel, welche den Schmetterling so auffallend von der Raupe unterscheiden, nicht so plötzlich und unvermittelt entstehen, da man die ersten Anlagen derselben schon bei den jungen Raupen

antrifft, und man also faktisch sagen
hinsichtlich der Flügel nur g
Schmetterlinge wird.

Eine solche Allmäligkeit der Ver
Beeinträchtigung des Lebens des Th
Organen ausführbar. Wenn z. B. di
lings schon an der Raupe vorgebildet
die letztere gar nicht, ihrem bekannt
denn die Flügel sind der Raupe
von Nachtheil; es sind für sie völlig
logisch indifferente Bildunge

Genau dasselbe würde der Fall
rüssel des Falters, womit er bekanntli
schon in der Raupe angelegt würde,
daß dessen frühe Entwicklung nicht a
Raupe nothwendige Werkzeuge beeint
sich aber hier einfach aus dem Grun
die Rüsselladen nicht wie die Flügel
entstehen, sondern aus bereits an
und für deren Nahrungsaufnahme
nämlich aus den Unterkieferladen.

Nun, wird man sagen, wenn de
als selbständige Neubildung neben den
entsteht, sondern aus den Maxillen d
wohl möglich, daß die betreffende Umge
vor sich ginge.

Nun möglich wäre dies immerhi
der Faltermund wohl ungefähr auf d
fragt sich aber, was eine solche allmä
für eine Folge haben würde.

Offenbar keine andere als die,
jeder Häutung um eine andere den

entsprechende Nahrung umsehen müßte, und man wird zugeben, daß ein solcher beständiger Wechsel unter Umständen für das betreffende Geschöpf sehr verhängnißvoll werden könnte und daß jedenfalls, im Allgemeinen wenigstens, jene Insekten besser daran sind, bei welchen diese Umänderung auf das Ende der Wachsthumsperiode verschoben ist.

Was aber vom augenscheinlichen Vortheil einer plötzlichen Umwandlung von den Mundtheilen gesagt wurde, das gilt auch von vielen andern correlativen und zusammengehörigen Lebenswerkzeugen, z. B. von den Bewegungs- und Sinnesorganen, und so ist es auch zu erklären, daß die Metamorphose mit Bezug auf die Zahl der von ihr betroffenen Körpertheile meist keine vereinzelte, sondern eine zusammengesetzte oder cumulative ist.

Im Folgenden wird zunächst die Umwandlung der verschiedenen Anhänge und dann jene des Stammes vorgeführt.

Brustanhänge.

Beine.

Hier gibt es, nächst den Kiefern, wohl die meisten Umwandlungsstufen. Stellen wir z. B. das Bein gewisser Lauf- und Raubkäfer dem entsprechenden Organ ihrer Larven gegenüber, so finden wir dieselben Hauptabschnitte: Hüfte, Schenkel, Schiene und Fuß, und der Unterschied liegt einzig darin, daß bei der Larve die Form und gegenseitige Stellung der Einzelstücke etwas anders und daß speciell der Endabschnitt weniger entwickelt, weniger differencirt ist.

Die Umformung geschieht dann einfach so, daß die Weichhaut des Larvenbeines sich vom Harthautfutteral losmacht und daß an diesem Schlauche dann die nöthigen Abänderungen vor sich gehen.

und zwar vergleichend mit den ihm wohlbekannten Stelzbeinen eines Falters, so wird ihm gleich klar, daß sie in jeder Hinsicht, nach Form, Gliederung u. s. w., einer gänzlichen Umarbeitung bedürfen. Das Wie derselben aber ist ungefähr aus Fig. 188 (B_2) zu errathen. Zunächst sieht man die abgelöste Weichhaut (innere einfach schwarze Contur) in zahlreiche Falten gelegt, eine Erscheinung, die offenbar auf die Verlängerung der Beine hindeutet. Die neue Abtheilung und Modellirung desselben kann man aber, eben wegen dieser vielen Runzeln, nicht deutlich unterscheiden, sie zeigt sich erst, wenn der neue Fuß aus dem Futteral herauskommt und sich strecken kann.

Kopfanhänge.

a. Fühler.

Auch an diesen Gliedmaßen ist die Umwandlung meist eine sehr beträchtliche. Man findet zwar Larven mit ziemlich imaginalen d. i. mit sehr langen und vielgliedrigen Antennen — wie gerade bei den Laufkäfern —, meist aber sind die Larvenfühler ganz unansehnliche 2—3gliedrige Stummel mit etlichen Endborsten.

Nun, wird der Leser fragen, wie soll sich z. B. der Riesenfühler eines Bockkäfers im winzigen Antennenstummel der Larve entwickeln können? Zunächst liegt auf der Hand, daß es hier mit einer bloßen Faltung der Larvenfühlerweichhaut noch nicht gethan ist; denn es fehlt im Chitinfutteral absolut der physische Raum zur Bildung eines so großen Organs. Also was nun? Aufrichtig gestanden, sind diese Verhältnisse sowie die Metamorphose der Anhänge überhaupt noch so viel wie gar nicht studirt; trotzdem wollen wir's versuchen, dem Leser nach eigener Anschauung die Sache begreiflicher zu machen.

Die in einen spitzen Kolben endigenden langen Fühler eines Tagfalters (Fig. 179*) kennt der Leser ohne Zweifel, und erinnert sich wohl auch, daß diese Anhänge hier weit hinten am Kopf entspringen; das Einschlägige der Raupe aber ist ihm in Fig. 179 nahe gelegt. Er bemerkt an der stacheligen Chitinkruste des Kopfes und zwar ganz vorne neben den Mundtheilen (bei an) einen kurzen zweigliedrigen Zapfen. Das ist der Raupenfühler. Bricht man nun, um das Künftige zu

Fig. 179.
Kopf einer Raupe (Baumweißling) kurz vor der „Verpuppung", von unten gesehen. Die Chitinhaut ist z. Th. aufgebrochen und sieht man den Puppenkopf.
an Fühler, k_1—k_3 Kiefer der Raupe. An Fühler, K_2—K_3 Kiefer der Puppe (resp. Labialpalpen und Zunge in natürl. Lage).
(Original.)

Fig. 179*.
Kopf sammt Rüssel (k_3) eines Falters. ta_3 Unterlippentaster.

sehen, an einer Raupe, kurz bevor sie sich „verpuppt", diese Kruste auf, so hat man den noch ganz blassen und weichen Puppenkopf vor sich. Betreffs der neuen Fühler ist nun dies zu entdecken. Die Spitze derselben (An) liegt in der That im Chitinfutteral des Raupenfühlers, es sind somit beides faktisch homologe Theile. Aber nur die Spitze; denn die gewisse kolbenartige Anschwellung des Puppenfühlers liegt schon außerhalb der Raupenantenne, aber hart an der Basis derselben.

Nun, und wo befindet sich der ganze übrige lange Abschnitt und die Ansatzstelle? Das läßt sich mit Lupe und

Nadel, wenn man einmal der Sache auf der Spur ist, leicht entziffern. Der gesuchte Fühlerabschnitt liegt, allerdings ganz in eine Rinne eingesenkt, an den Seiten des Kopfes, während die Insertionsstelle ganz hinten (bei An*) zu suchen ist.

Die Umwandlung des Larvenfühlers in die Imagoantenne läuft also nach diesem Befund im Wesentlichen auf eine durch Verschiebung der Ursprungsstelle ermöglichte Verlängerung hinaus. Indem nämlich, wie nicht anders möglich und denkbar, die Basis des Raupenfühlers (selbstverständlich des weichhäutigen) von der Vorderseite des Kopfes gegen die Hinterseite sich verschob oder zurückzog, wurde die entsprechende Länge gewonnen. Dem ersten Ursprung nach ist somit der Falterfühler nichts Anderes als der Weichtheil der Raupenantenne; insofern ersterer aber, später, größtentheils außerhalb des letzteren und z. Th. auf Kosten der übrigen Kopfweichhaut entsteht, kann er als eine besondere Art von Neugebilde gelten.

Die Verlängerung des Fühlers geschieht aber nicht bloß durch Verschiebung, durch Zurückverlegung der Ansatzstelle, sondern insbesondere auch durch starke Fältelung der neu hinzugewachsenen Strecke. Dies zeigt sich am schönsten an einem geeigneten Schnitt, wie Fig. 180 einen solchen darstellt. Er geht quer durch den Hinterkopf einer ausgewachsenen Raupe. Die äußere, höckerige und dicke

Fig. 180.
Zur Entwicklung des Schmetterlingskopfes (Baumweißling).
Frontalschnitt (hinter der Mitte des Kopfes) einer halb ausgewachsenen Raupe.
La die von der zelligen (Matrix) abgehobene Chitinhaut der Raupe, Pu Zellhaut der Puppe, An Fühler-, Au Augenanlagen, km Kaumuskelreste, lm Längsmuskeln, oG oberes Schlundganglion, sp Speiseröhre. (Original.)

Die in einem feinen Kolben endigenden langen Fühler eines Tagschmetterlings (Fig. 179*) kennt der Leser ohne Zweifel, und erinnert sich wohl auch, daß diese Anhänge hier weit hinten am Kopf entspringen; das Einschlägige der Raupe aber ist ihm in Fig. 179 wohl gelegt. Er bemerkt an der stacheligen Chitinkruste des Kopfes und zwar ganz vorne neben den Mundtheilen (bei ma) einen kurzen zweigliedrigen Zapfen. Das ist der Raupenfühler. Bricht man nun, um das Künftige zu

Fig. 179.

Kopf einer Raupe (Pontia brassicae) von vorn, „Raupenansicht", von einem gelben. Die Chitinkruste Fig. 179, entgliedert sich leicht von den Weichtheilen.

ma Mandibeln, k_1—k_4 Kniee der Beine, f_1 gelbes, f_2—f_4 Füße der Beine, ch_1 Chitinkruste und Zapfen (ch vorne), ch_2 Chitinkruste.

(Original.)

Fig. 179*.

Kopf eines Falters (Pontia brassicae) mit einem Fühler, von Raupenfühlerseite.

sehen, an einer Raupe, kurz bevor sie sich „verpuppt", diese Kruste auf, so hat man den noch ganz klaffen und weichen Puppenkopf vor sich. Betreffs der neuen Fühler ist nun dies zu entdecken. Die Spitze derselben (Ax) liegt in der That im Chitinfutteral des Raupenfühlers, ob sind somit beides selbst homologe Theile. Aber nur die Spitze; denn die ganze keulenartige Anschwellung des Puppenfühlers liegt schon außerhalb der Raupenhaut, aber hart an dem Sockel derselben.

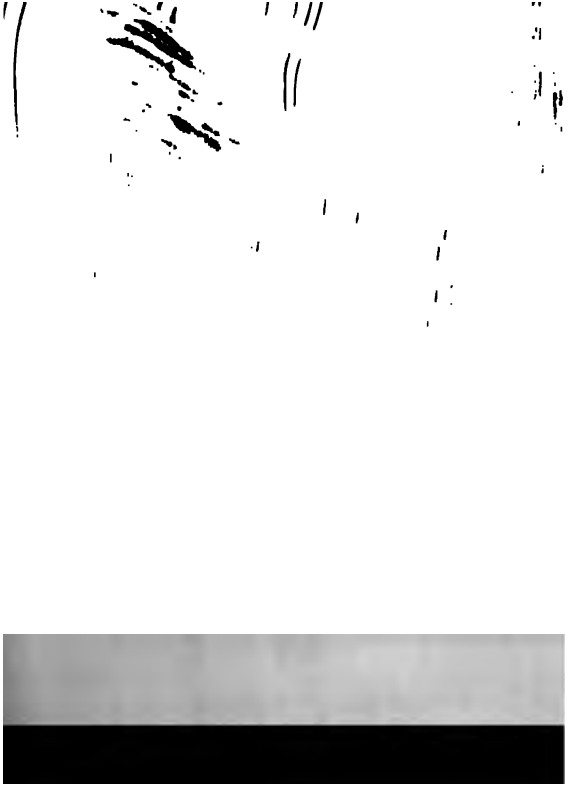
Nun, und wo befindet sich der ganze übrige lange Abschnitt und die Anhangsblase? Das läßt sich nur durch

Nadel, wenn man einmal der Sache auf der Spur ist, leicht entziffern. Der gesuchte Fühlerabschnitt liegt, allerdings ganz in eine Rinne eingesenkt, an den Seiten des Kopfes, während die Insertionsstelle ganz hinten (bei An*) zu suchen ist.

Die Umwandlung des Larvenfühlers in die Imagoantenne läuft also nach diesem Befund im Wesentlichen auf eine durch Verschiebung der Ursprungsstelle ermöglichte Verlängerung hinaus. Indem nämlich, wie nicht anders möglich und denkbar, die Basis des Raupenfühlers (selbstverständlich des weichhäutigen) von der Vorderseite des Kopfes gegen die Hinterseite sich verschob oder zurückzog, wurde die entsprechende Länge gewonnen. Dem ersten Ursprung nach ist somit der Falterfühler nichts Anderes als der Weichtheil der Raupenantenne; insofern ersterer aber, später, größtentheils außerhalb des letzteren und z. Th. auf Kosten der übrigen Kopfweichhaut entsteht, kann er als eine besondere Art von Neugebilde gelten.

Die Verlängerung des Fühlers geschieht aber nicht bloß durch Verschiebung, durch Zurückverlegung der Ansatzstelle, sondern insbesondere auch durch starke Fältelung der neu hinzugewachsenen Strecke. Dies zeigt sich am schönsten an einem geeigneten Schnitt, wie Fig. 180 einen solchen darstellt. Er geht quer durch den Hinterkopf einer ausgewachsenen Raupe. Die äußere, höckerige und dicke

Fig. 180.
Zur Entwicklung des Schmetterlingskopfes (Baumweißling).
Frontalschnitt (hinter der Mitte des Kopfes) einer halb ausgewachsenen Raupe.
La die von der zelligen (Matrix) abgehobene Chitinhaut der Raupe, Pu Zellhaut der Puppe, An Fühler-, An Augenanlagen, km Kaumuskelreste, Im Längsmuskeln, oG oberes Schlundganglion, sp Speiseröhre. (Original.)



(K_2, K_3) sich nach innen erstrecken, die sich aber begreiflicherweise nicht so weit hinten wie die Weichfühler, sondern ganz vorne inseriren und eben aus diesem Grunde auch — um

Fig. 182.

Fig. 183.

dennoch die nöthige Länge zu erhalten — mehrfach gebogen, ja z. Th. wie die Rüsselladen (K_2) oft knäuelartig gewunden sind.

Stamm.

Wenn wir, um die Größe der Stamm-Metamorphose zu bestimmen, eine Raupe (Fig. 184 A) und einen Schmetterling (C) neben einander legen, so scheint der Unterschied ein ganz gewaltiger zu sein.

Für's Erste ist der Schmetterlingstamm beinahe um die Hälfte kürzer als der Raupenstamm, was uns übrigens wegen der vielen Ausleerungen und der Bildung so vieler und z. Th. so großer Anhänge sehr gut einleuchtet. Für's Zweite ist aber die ganze Gliederung eine andere. Bei der Raupe ist nämlich der gesammte Rumpf nichts Anderes als ein einziger durch seichte Ringkerben in dreizehn gleiche Gürtel oder Somiten abgetheilter Schlauch, während der äquivalente Falterstamm in drei größere durch tiefe Einschnitte getrennte und unter einander ganz verschiedene Ab-

1) Geringe, auf höhere Differenzirung gerichtete Aenderungen. Solche beobachten wir z. B. bei den meisten durch beißende Mundtheile charakterisirten Käfern und Netzflüglern, also bei den relativ einfachsten metabolischen Kerfen.

2) Partielle oder auch totale Rückbildungen, insbesondere der Oberkiefer bei Insekten mit saugenden Mundtheilen, z. B. bei den Faltern, Fliegen, aber auch bei Kauinsekten, z. B. den Phryganiden und Ephemeriden.

3) endlich Umformung der Mittel- oder Hinterkiefer resp. (Aderflügler) beider in lange Saugröhren.

Zu besserer Orientirung der letzten zwei Veränderungsarten nehme man zunächst wieder die Schemata in Fig. 178 B und C zur Hand. Falter- und Corethra-Larve zeigen die drei Kieferpaare k_1—k_3. Bei beiden reduciren sich am Imago die Oberkiefer (k_1) durch Zurückziehung der Weichhaut. Im Weiteren bemerke man diesen Unterschied: Beim Falter entwickelt sich das neue Haupt- oder Saugorgan (punktirte Contur) aus den Mittel- (k_2), bei Corethra hingegen (vgl. auch Fig. 177) aus den Hinterkiefern (k_3), während die andern Theile, wenn auch in etwas veränderter Gestalt, als Nebenorgane sich forterhalten.

Was nun das Wichtigste, nämlich die technische Ausführung dieser Veränderungen betrifft, so wollen wir uns, wie bei der Fühlermetamorphose, wieder an die Raupe halten. Wie Fig. 182 deutlich macht, handelt es sich um die Bildung von zwei Paaren längerer Anhänge, nämlich der Unterlippentaster (ta_3) und der das Saugrohr zusammensetzenden Mittelkieferladen (k_2). Wie können diese nun aus den gleichbezeichneten überaus kurzen Raupenorganen (k_2, k_3) in Fig. 183 hervorgehen? Ein Blick auf den entblößten Weichschädel löst das Räthsel. Da sehen wir nämlich von der Wurzel der bezüglichen Raupentheile lange Stränge

(K_2, K_3) sich nach innen erstrecken, die sich aber begreiflicherweise nicht so weit hinten wie die Weichfühler, sondern ganz vorne inseriren und eben aus diesem Grunde auch — um

Fig. 182.

Fig. 183.

dennoch die nöthige Länge zu erhalten — mehrfach gebogen, ja z. Th. wie die Rüsselladen (K_2) oft knäuelartig gewunden sind.

Stamm.

Wenn wir, um die Größe der Stamm-Metamorphose zu bestimmen, eine Raupe (Fig. 184 A) und einen Schmetterling (C) neben einander legen, so scheint der Unterschied ein ganz gewaltiger zu sein.

Für's Erste ist der Schmetterlingstamm beinahe um die Hälfte kürzer als der Raupenstamm, was uns übrigens wegen der vielen Ausleerungen und der Bildung so vieler und z. Th. so großer Anhänge sehr gut einleuchtet. Für's Zweite ist aber die ganze Gliederung eine andere. Bei der Raupe ist nämlich der gesammte Rumpf nichts Anderes als ein einziger durch seichte Ringkerben in dreizehn gleiche [illegible]rtel oder Somiten abgetheilter Schlauch, während der [illegible]ivalente Falterstamm in drei größere durch tiefe Ein[illegible]itte getrennte und unter einander ganz verschiedene Ab-

getrennt. Desgleichen hat auch die Flügelbrust (B_2) noch lange nicht die spätere Größe ($C B_2$) und Selbständigkeit, und dasselbe kann man an der Corethra-Puppe (Fig. 174 B) sehen, wo der Brusttheil zwar stark aufgetrieben, aber vom Hinterleib noch nicht abgeschnürt ist. Letzterer Stammkörper zeigt bei näherer Vergleichung auch manche Differenzen, wobei wir von unwesentlicheren auch die hervorheben, daß die Chitinhaut bisweilen noch gewisse den Larven so eigenthümliche Haare und Rauhigkeiten besitzt.

Weit vielseitiger sind noch die Unterschiede bei den Gliedmaßen.

Sie beziehen sich erstens auf die Größe. Die meisten Anhänge und besonders die Flügel (Fig. 174 vF) müssen, um die definitive Ausdehnung zu erhalten, noch bedeutend wachsen.

Am wichtigsten, wenigstens für den ganzen Habitus der Puppe, sind aber die Lagedifferenzen. — Wenn die Puppe aus der Larvenhaut herauskommt, so erscheint sie oftmals — sogar bei Schmetterlingen — als ein sehr lebendiges, regsames Wesen, und da nun alle früher ganz dem Körper angedrückten Anhänge, wie Beine, Flügel, Palpen, Fühler u. s. w., durch den Druck des eingepumpten Blutes ausgestreckt werden, so glaubt man schon beinahe das Imago selbst vor sich zu haben.

Dieser pseudimaginale Zustand geht aber rasch vorüber, indem alle die genannten Glieder, in Folge der innern Unfertigkeit und Muskellosigkeit, wieder erschlaffen und am Körper herabhängen. Am größten ist aber bekanntlich dieser Contrast zwischen der frisch ausgeschlüpften und der späteren Puppe u. A. bei den Schmetterlingen, insofern hier die gewissen Anhänge, z. Th. unter gegenseitiger Verlöthung und starker Verharschung der Chitinfutterale, sich so enge an den Leib anschmiegen, daß sie gar nicht mehr als selbständige Theile, sondern nur als Erhabenheiten, als Relief des Stammes erscheinen.

[illegible]

[illegible]

Fig. [illegible].

[illegible]

Uebrigens gibt es auch hier vielfache Abweichungen sowie Uebergänge vom „bedeckten“ in den gewöhnlichen halbfreien Puppenzustand, indem unter Anderm bei gewissen exotischen „Spinnern“ sämmtliche Gliedmaßen vom Körper abstehen.

Die auffallendste und sonderbarste Lage unter allen Puppengliedmaßen haben aber unstreitig die langen Fühler gewisser Böcke, die, wie Fig. 187 veranschaulicht, mehrmals und kreuzweise den gesammten Körper umschlingen.

Innerliche Veränderungen.

(Endo-Metamorphose.)

Obwohl nur wenige unserer Leser jemals eine Raupe, eine Puppe und einen Schmetterling behufs Kenntnißnahme und Vergleichung ihrer Einrichtung aufgeschnitten und zergliedert haben dürften, so wird doch sicherlich keiner daran zweifeln, daß die Metamorphose des Aeußeren faktisch auch von gewissen Umwandlungen im Innern begleitet ist.

Wenn der Leser z. B. sieht, daß ein ursprünglich kriechendes und wurmartiges Geschöpf, wie die Raupe, lange Beine und Flügel bekommt, so muß er ja einsehen, daß dasselbe nun auch eine andere Construction der Brust, zumal hinsichtlich der Muskulatur, der Nerven u. s. w. verlangt, und ebenso wird er ohne Zweifel beim Schmetterling, der sich von Honig nährt, einen ganz andern Verdauungsapparat voraussetzen als bei der Raupe, die sich mit grob zerschrotenen Pflanzenstücken vollstopft, obgleich hier die Veränderung nicht so unbedingt nothwendig erscheint wie bei jenen Weichtheilen, die mit den veränderten Hautwerkzeugen direkt verbunden sind.

Uebergehend auf die nähere Darstellung dieser äußerst complicirten Verhältnisse, so machen wir den Leser schon im

Zur richtigen Beurtheilung dieser sog. „gemeiselten" Puppen ist ein Querschnitt (Fig. 188 B), am besten gleich hinter der Brust, zur Hand zu nehmen. Man sieht hier an der Bauchseite, zwischen den lappenartigen Flügelscheiden (Fl), nicht weniger als acht in eine obere und untere Reihe geordnete Durchschnitte von röhrenartigen Chitinfutteralen, im Innern mit den entsprechenden (imaginalen) Weichgebilden. Die obere, eng geschlossene Reihe enthält die drei Beinpaare und zwar so, daß die Hinterfüße (B_3) zu innerst liegen. Die untere Reihe hingegen umfaßt, ganz seitwärts, die Fühler (an) und näher der Mitte, unterhalb der Hinter- und Mittelbeine, die Rüssel (rü) und Lippentasterscheiden.

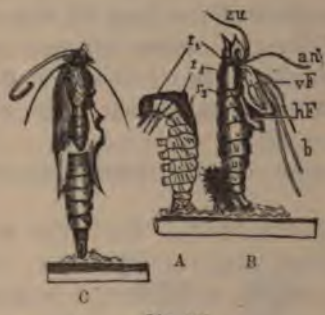


Fig. 186.

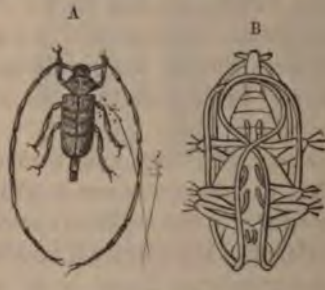


Fig. 187.
Zimmerbock.
A Imago. B Puppe.

Alle diese Anhänge bilden nun scheinbar mit dem Rumpf ein Ganzes, weil die Außenwand der äußern Gliedmaßenreihe, wie in der Zeichnung durch Verdickung der Contur angedeutet wurde, eine derbe Kruste bildet und weil ferner die ursprünglichen Lücken zwischen ihnen von ausgeschwitzter Chitinmaterie erfüllt sind.

Uebrigens gibt es auch hier vielfache Abweichungen sowie Uebergänge vom „bedeckten“ in den gewöhnlichen halbfreien Puppenzustand, indem unter Anderm bei gewissen exotischen „Spinnern“ sämmtliche Gliedmaßen vom Körper abstehen.

Die auffallendste und sonderbarste Lage unter allen Puppengliedmaßen haben aber unstreitig die langen Fühler gewisser Böcke, die, wie Fig. 187 veranschaulicht, mehrmals und kreuzweise den gesammten Körper umschlingen.

Innerliche Veränderungen.

(Endo-Metamorphose.)

Obwohl nur wenige unserer Leser jemals eine Raupe, eine Puppe und einen Schmetterling behufs Kenntnißnahme und Vergleichung ihrer Einrichtung aufgeschnitten und zergliedert haben dürften, so wird doch sicherlich keiner daran zweifeln, daß die Metamorphose des Aeußeren faktisch auch von gewissen Umwandlungen im Innern begleitet ist.

Wenn der Leser z. B. sieht, daß ein ursprünglich kriechendes und wurmartiges Geschöpf, wie die Raupe, lange Beine und Flügel bekommt, so muß er ja einsehen, daß dasselbe nun auch eine andere Construction der Brust, zumal hinsichtlich der Muskulatur, der Nerven u. s. w. verlangt, und ebenso wird er ohne Zweifel beim Schmetterling, der sich von Honig nährt, einen ganz andern Verdauungsapparat voraussetzen als bei der Raupe, die sich mit grob zerschrotenen Pflanzenstücken vollstopft, obgleich hier die Veränderung nicht so unbedingt nothwendig erscheint wie bei jenen Weichtheilen, die mit den veränderten Hautwerkzeugen direkt verbunden sind.

Uebergehend auf die nähere Darstellung dieser äußerst complicirten Verhältnisse, so machen wir den Leser schon im

Vorhinein darauf aufmerksam, daß
Entwicklung und Umformung auch
greifende Veränderungen vorkommen,
einer separaten Besprechung bedürfe

I. Innere Veränderung bei den m
Allgemeinen

Indem wir den eigentlichen
Umwandlungen im Zusammenhang
gängen später erörtern wollen, ist es
zu thun, den Leser an einigen Be
derselben zu orientiren, und in dem
die Längsschnitte auf Fig. 184 zur

An der obersten Abbildung, d
Allem eine weite mit grobzerkaute
Höhle, d. i. der Schlund- und Mag
sieht, reicht derselbe fast bis ans
sich vor dem After ein kurzer mit
versehener Mastdarm (eD) ein, der
Raupenmästern wohlbekannte zierlich
— Im schmalen Zwischenraum zwis
Leibeswand wird der Leser dann, z
nicht viel Anderes bemerken, als
gelbliche Masse. Dies ist der sog.
nach Abzug der Selbsterhaltungskost
material zum künftigen Gebrauche
bildungen aufgespeichert wird. Ei
entdeckt dann, wenn wir von d
bleibenden Rückengefäß sowie von d
erwähnten Genitalanlagen absehen,
zwar unterhalb des Darmes die
gleicher Knoten zusammengesetzte u
ganglienkette (bg). Die im Ober-

Nervenanschwellungen sind, dem Stumpfsinn des Thieres entsprechend, nur wenig größer als die früher genannten, und hinsichtlich der mit dem obern Schlundganglion verbundenen Sinnesorgane wollen wir nur die ganz winzigen aber in größerer Zahl, bis zu sechs, beiderseits des Kopfes befindlichen Aeuglein mit ihrer Linse und dem „retinula"-artigen Perceptionsapparat hervorheben.

Von ganz specifischen Raupenorganen sind dann noch die Spinndrüsen zu bemerken: zwei lange an den Seiten des Darmes sich hinschlängelnde Röhren, die, zumal gegen das Ende der Larvenperiode, mächtig anschwellen.

Dies wären die eigentlichen Eingeweide. Dazu kommen dann noch die bekanntlich von der Haut entspringenden Luftröhren und, von echten Weichtheilen, die Muskeln des Hautschlauches. Letztere, in unübertrefflicher Weise zuerst von Lyonet analysirt und geschildert, bilden ein von Ring zu Ring sich wiederholendes complicirtes Geflechte mehrerer Lagen von quer-, längs- und schieflaufenden Fasern und Bündeln, die am völlig ausgeweideten Balg einen prächtigen Anblick geben.

Die nun kurz skizzirte Einrichtung erhält sich im Wesentlichen bis ans Ende der Larvenzeit, ja strenge genommen sogar länger als der äußere Raupenhabitus.

Am anschaulichsten zeigt sich dies an einem Brustdurchschnitt kurz vor der Verpuppung (Fig. 188 A). Nimmt man hier die dornige Larvenhaut (la) ab, so hat man im Wesentlichen schon die (in der Zeichnung stark gefaltete) Contur der Puppe vor sich. Das Puppenhafte liegt besonders in den Flügeln (fl), welche als große, oben epoulettartig vorstehende Taschen am Rumpfe hängen.

Während also die Raupe äußerlich schon in den neuen Zustand übergetreten, finden wir sie innerlich noch ziemlich unverändert. — In der Mitte zunächst liegt ein weiter

Fig. 188. (Erklär

Schlauch (sp), der Magen, dessen hohe wellig gefaltete Drüsenlage sammt dem aus Längs- und Ringfasern geflochtenen Muskelmantel am Schnitte mit allen Einzelheiten deutlich zu unterscheiden ist. Zwischen diesem Kanal und der Haut bemerken wir ferner die schon oben erwähnte, von zahlreichen Tracheen durchsetzte Ausfüllungsmasse, den Fettkörper, der aus Fasernetzen mit eingestreuten z. Th. öltropfenartigen Zellen besteht. Doch ist dies Gewebe nicht mehr so compakt und zusammenhängend, sondern deutet durch seine mehr flüssige Beschaffenheit schon den Beginn der Auflösung und überhaupt der künftigen Veränderungen an.

Weiters zeigen sich an den Seiten des Darmes die zwei Spinnröhren (spi) und rings an der Peripherie mehrere Gruppen von z. Th. im Fettkörper eingebetteten Hautmuskeln (rlm, blm). Zumal in der Vertheilung der letzteren spricht sich noch ganz der anfängliche Wurm-Typus aus.

Erklärung zu Fig. 188.

Zur Entwicklung der Flügelbrust der Schmetterlinge (Baumweißling).

A Querschnitt durch die Mittelbrust einer Raupe kurz vor der Verpuppung.
la dornige Larven(chitin)haut, Pu faltige Zellhaut der Puppe, Fl Vorderflügelanlagen, B_2 Raupenbeine, innerhalb welcher die Falterbeine sammt ihren Muskeln (m) sich bilden, he Herz, sp Speiserohr mit Ring- und Längsmuscularis, rlm Rückenlängsmuskeln, blm Bauchlängsmuskeln der Raupe, spi Spinndrüsen, bi netzartiges Bindegewebe mit dem (dunkelkörnigen) massigen Fettkörper (Fe), tr Tracheen.

B Querschnitt durch die Hinterbrust einer 5tägigen (Hochsommer-) Puppe.
Pu Puppen-Chitinhaut, Im Imago-Zellhaut, Fl Flügel, B_1—B_3 Imagobeine, an Fühler, ta Lippentaster, rü Rüssel, alle diese Anhänge in einer besonderen (Chitin-) Scheide, he Herz, sp Speiserohr, bm Bauchmark, lm 5 Paare von Längsmuskeln des Imagothorax (die einzelnen Muskelbündel noch durch reichliches Bindegewebe (bi) von einander getrennt), brm pfeilerförmige Bauchrücken(Sagittal-)muskeln des Imagothorax, ilm äußere und innere eigentliche Flügelmuskeln.

C Querschnitt durch die Mittelbrust eines ausgebildeten Falters.
Fl Flügelwurzel, a ilm äußere, i ilm innere Flügelmuskeln, lm 5 Paare Längsmuskeln (ganz compakt), brm äußere und innere Bauchrückenmuskeln, he Herz, sp Speiserohr (sehr eng), bm Bauchmark, m Muskeln der Brustplatte (an der chitinösen Brustgabel entspringend), hm Hüftmuskeln. (Original.)

Es gibt indessen schon jetzt a
scheinungen.

Wenn sich am Larvenkörper ge
die Flügel, bilden oder wenn die sc
Anhänge, wie die Beine, Fühler ꝛc
versteht sich's von selbst, daß die
leer bleiben, sondern eine der jen
sprechende innere Einrichtung erhal
Material hiezu dem bereits vorha
entnommen wird. In letzterer H
der Entstehung der innere
man aber streng zu unterſc
hiezu dienenden Bildungsſto
und zwischen den eigentli
Bau- oder Bildungselement

Das Bildungsmaterial im Al
wiegend aus dem Blut, dann a
von gewissen andern Organen und
ist der Ursprung der Bildungselen
licher im nächsten Kapitel zu erö
Ursachen oft außerordentlich schwie
organischen Bildungen aus Zellen
wir nur, daß auch die Anlagen
bestehen, und mit Bezug auf analo
Thieren ist es das Wahrscheinlichste, d
vorhandenen Geweben abstam

Zur näheren Erläuterung di
Histogenese in den imaginalen
vorläufig ein paar Abbildungen die

In Fig. 188* sieht man wied
Falterfühlers. Während die fertige
pakteren Geweben, zumal mit zahlr

en u. s. w. ausgerüstet ist, findet man hier im Lumen lben außer einem im Bau begriffenen Luftrohre (tr) nichts ine trübe körnchenreiche Flüssigkeit mit aufgeschwemmten körperchen (bl) und einigen verschiedenartigen größeren ebilden (kz). Ob nun unter den letzteren auch schon die ente sind, welche die Grundlage der genannten Gewebe

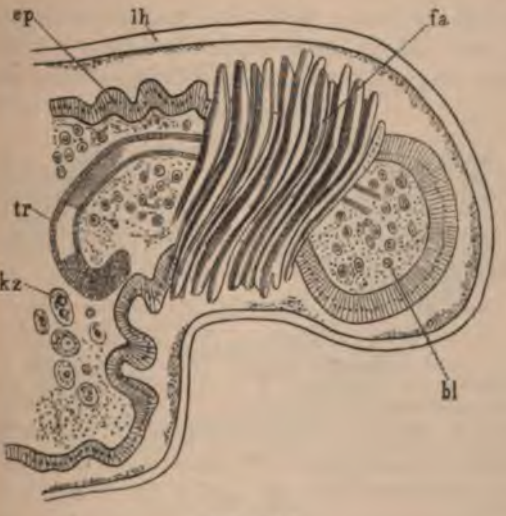


Fig. 188*.

iren werden, oder ob diese erst später von anderswoher nen, wer möchte dies entscheiden? Es ist ja Beides ich.

Deutlicher scheint die Sache, wenigstens nach Weis- n, an den Imaginalbeinen der oben geschilderten thra-Larve.

In Fig. 177 (S. 499) bemerkt man, daß zu jedem der enbündel (b_1—b_3), die genau an der Stelle sitzen, wo

[illegible]

entstehen dann die verschiedenen Binnengewebe, zumal die Muskeln und nach Weismann auch die zugehörigen Sehnen (s), welche sonst direkt vom Hautblatt ausgehen.

Kehren wir nun nach dieser histogenetischen Orientirung zu unserm Thema zurück. Wir wollten, speciell bei den Schmetterlingen, das Maß und die Natur der innern Umbildungen kennen lernen und haben zuletzt die Einrichtung der Raupe an einem Brustquerschnitt skizzirt. Zu einiger Vervollständigung möge man noch ein Diagramm durch den Kopf (Fig. 190) in Augenschein nehmen.

Fig. 190.
Frontalschnitt eines Raupenkopfes (nahe dem Hinterende).
an ankerförmige Chitinplatte, km große Kaumuskeln, s Sehne derselben, lm mediane Längsmuskel, sp Speiserohr, oG Gehirn (oberes Schlundganglion).
(Original.)

Fig. 191.
Dasselbe kurz vor der Verpuppung.
La die von der zelligen Matrix abgehobene Chitinhaut der Raupe, Pu Zellhaut der Puppe, An Fühler-, An Augenanlagen, km Kaumuskelreste, lm Längsmuskeln, oG oberes Schlundganglion, sp Speiseröhre.
(Original.)

Von bekannterem Detail sei vor Allem die gefaltete Schlundröhre (sp) erwähnt. Der Zwillingsknoten hart darüber ist offenbar das obere Schlundganglion, das Gehirn; wie man sieht, von sehr bescheidenem Umfang. Die gesammte übrige Kopfkapsel enthält dagegen (wenigstens im hintern und mittleren Theil) fast nichts Anderes als Fleisch oder Muskeln (km), die sich um je eine flügelartige derbe Sehne (s) gruppiren. Diese Muskeln gehören den kräftigen Kiefern oder Beißwerkzeugen an.

[illegible] und man, um auch den ganzen Umfang der [illegible] Metamorphose recht deutlich vor Augen zu führen, die Längsschnitte der Raupe mit der bei Schmetterlingen und [illegible] gewöhnlich und [illegible] der Längsschnitte (A, C) auf Taf. [illegible].

Der weiter mit dem Mittelleibe, dem Thorax, zu beginnen, so erscheint der in [illegible] mehr von der weiten [illegible], die [illegible] der [illegible] erfüllte. Der Thorax, und [illegible] seine Gliederung, hat sich eher aus einem Stück zu [illegible] Ringen (ag) umgebildet. Was er aber an Ausdehnung verloren, das ist [illegible] an Länge zugewachsen. Meso- und Metathorax [illegible] nicht mehr gerade, sondern [illegible] und langgestreckt, weshalb am Längsschnitt vier [illegible] Stücke (D) zu [illegible]. Hier von [illegible] eine große durch Ausstülpung des [illegible] entstandene Falte, der sog. Saugmagen (sm), welcher als [illegible] zu betrachten ist. Der durch Streckung des Thoraxkanals gewonnene Raum wird hinten, im abgeschlossenen Abdomen, von den jetzt mächtig entwickelten [illegible], erst, den Eierstöcken (Es) sammt Zubehör eingenommen. In letzterer Hinsicht findet man auch, zumal bei den Weibchen, reichliche Reste des Fettkörpers, die bei der Entwickelung der Eier allmälig verschwinden.

Die ungeheuerliche Umgestaltung hat die Muskulatur erlitten. Am deutlich geringsten Hinterleib, der überhaupt von der Metamorphose relativ am wenigsten betroffen wird, hat sich im Wesentlichen allerdings der gegliederte Muskelschlauch der Raupe erhalten; dagegen zeigt uns der imaginale Vorderthorax oder die Brust eine total veränderte Einrichtung. Mittel- und Hinterbrust, wo eben die Flügel sitzen, bilden nicht mehr einfache Ringe mit den nach dem Muster der Hinterleibssegmente eingerichteten Faserlagen, sondern sie formiren einen selbständigen Körperabschnitt in Gestalt eines buckeligen

Gehäuses (C, B), das, besonders in seinem Oberbau, fast ausschließlich nur mit Muskeln erfüllt ist. Diese Muskeln stellen ein wohlgeordnetes System von Längs- und Seitenbalken dar. Erstere liegen, wie der Längsschnitt zeigt, und zwar fünf durch tracheenreiches Bindegewebe unterbrochene Etagen bildend, in der Mitte; letztere (an einer durchbrochenen Stelle zu erkennen) schmiegen sich an die Seitenwände.

Am schönsten zeigt sich dieses neue Muskelwerk sowie der Unterschied im Vergleich zur Raupenbrust am Querschnitt Fig. 188 C. Der Leser erkennt in dem hellen keilförmigen Mittelraum die fünf Paare von Längsbalken (lm) und dann die gewissen bereits im I. Bd. näher geschilderten, theils pfeiler-, theils strangartigen Seitenmuskeln (brm, iflm, aflm), zu denen dann an der Bauchseite noch diverse Beinmuskeln hinzukommen.

Was nun die Entstehungsweise dieses Mechanismus anlangt, so läßt sich mit Sicherheit nur so viel erkennen, daß dabei der Fettkörper eine wichtige Rolle spielt.

Fig. 192.
Zur Entwicklung der Längsmuskeln in der Flügeldrust der Falter (Baumweißling).
A Stück vom Querschnitt des betr. Muskels, entsprechend Fig. 188 B. bi netzartiges Bindegewebe mit Zellen (kö) und Muskeln (m).
B Stück vom Querschnitt desselben Muskels im ausgebildeten Zustand (die Muskelfasern zu einem compakten Strang vereinigt).
(Original.)

Eine Art Mittelstadium, von einer Puppe, sieht man am Längsschnitt Fig. 184 B, sowie am Querschnitt Fig. 188 B. An letzterem sind die Umrisse der Imaginalmuskeln zwar

Vergleichen wir nun, um uns
innern Metamorphose recht deutlich
die Organisation der Raupe mit
und zwar zunächst mit Hilfe der
Fig. 184.

Um wieder mit dem Mittelorg
ginnen, so entdecken wir da nicht
Höhlung, die beinahe den ganzen Ra
Darm, und speciell dessen Vordertheil
Sack in ein enges Rohr (sp) verwa
Umfang verloren, das ist z. Th.
Mittel- und Hinterdarm ist nämlich n
vielfach hin- und hergewunden, n
nur einzelne längs-, schief- nnd quer
zu sehen. Ganz neu ist eine groß
Schlundrohres entstandene Blase, d
welcher als Speisereservoir zu bet
Reducirung des Darmvolumens gewo
im abgeschnürten Abdomen, von den
Geschlechtsorganen, resp. den Eierstö
eingenommen. Im letztern Abschnitt
bei den Weibchen, veränderte Reste
der Entwicklung der Eier allmälig u

Die augenfälligste Umgestaltung
litten. Am deutlich geringelten Hint
der Metamorphose relativ am wenig
sich im Wesentlichen allerdings der g
der Raupe erhalten; dagegen zeigt u
rumpf oder die Brust eine total
Mittel- und Hinterbrust, wo eben die
mehr einfache Ringe mit den nach
leibssegmente eingerichteten Faserlag
einen selbständigen Körperabschnitt iv

Es erübrigt noch eine kurze Betrachtung der Umwandlungen im Kopftheil, beziehungsweise, da wir die Einrichtung des Raupenkopfes bereits kennen, der Vergleich mit dem Falterhaupt.

Das Wesen des letzteren prägt sich am bestimmtesten an einem Querschnitt (Fig. 193) aus. Man beachte vor Allem das mit dem untern Schlundganglion verschmolzene und von

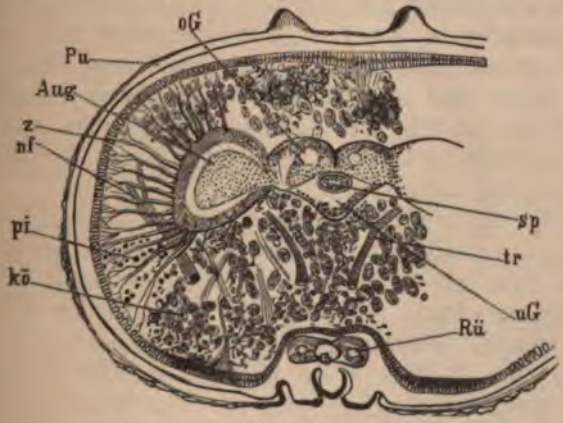


Fig. 194.
Frontalschnitt durch die Mitte des Kopfes einer 2tägigen (Hochsommer-) Puppe. Pu abgehobene Chitinhaut der Puppe, z Zellhaut (Hypodermis) des Imago mit den in Entwicklung begriffenen Krystallkegeln, oG oberes Schlundganglion, Aug das demselben ansitzende große Augenganglion (mit seinen verschiedenen Zell- und Faserlagen), nf davon zur Augenoberfläche ausstrahlende Sehnervenfasern, dazwischen „Körnchenkugeln" (kö), Pigment (pi) in eigenen Zellen und Tracheen, uG unteres Schlundganglion, sp Speiseröhre, Rü Rüssel. (Original.)

der Speiseröhre (sp) durchbohrte Gehirn mit den neu hinzugewachsenen umfangreichen Seiten- oder Augenlappen (Aug). Der ganze Raum zwischen letzteren und der Kopfwandung, der bei der Raupe (Fig. 190) von den Kaumuskeln occupirt wird, ist hier durch die vielstrahlige Netzhaut der Facettaugen ausgefüllt.

inniger und unmittelbarer Zusammenhang besteht, daß der spätere Zustand im Vergleich zum früheren nicht etwas wirklich Neues, Abgesondertes und Apartes darstellt, sondern daß es sich lediglich um eine neue Determination, um eine neue Ausprägung einer in der Hauptsache unveränderlich bleibenden Grundform und Wesenheit handelt.

Ganz anders stellt sich aber das Wechselverhältniß zwischen Larve und Imago bei gewissen Dipteren (Musciden), z. B. bei unserer Stuben- und Schmeißfliege dar, dessen nähere Kenntniß man den ausgezeichneten Untersuchungen Weismann's (1864) verdankt.

Das Eigenartige liegt darin, daß wenigstens gewisse Körperabschnitte des Imago — und zwar betrifft dies den gesammten Vorderleib — sich nicht als einfache Umformungen der betreffenden Larventheile erweisen, sondern daß für diese Gebilde ein ganz neuer, ein vom Bestehenden völlig unabhängiger Anfang gesetzt wird.

Ganz besonders ist noch zu betonen, daß speciell auch das rein Aeußerliche oder die Haut der Fliege (nach W.) keine exo- oder dermogene, das will sagen keine aus dem Integument der Made hervorgehende Bildung ist, sondern daß man es auch hier mit einem völlig innerlichen oder endogenen Erzeugniß zu thun hat.

Da manchen unserer Leser diese Verhältnisse ganz unbekannt sein dürften, so wird zunächst eine vorläufige Orientirung an der Hand der nachstehenden Fig. 194* am Platze sein.

Die drei ersten hier abgebildeten Typen (A, B, C) geben Beispiele für die verschiedenen Arten oder besser Grade der gewöhnlichen Metamorphose, wobei besonders zu beachten, daß hier Larve und Imago in ihrer ganzen Ausdehnung eine und dieselbe Weichhaut, also auch eine und dieselbe Wesenheit besitzen.

Sonst sind noch hervorzuheben: (
(bi) mit zahlreichen Luftröhren (tr) u
fächlich zur Bewegung der Kopfanhä
bündel (qm), von welchen manche Lä
Raupe (Fig. 190 lm) herzustammen s

Ein überaus lehrreiches Stadium
Raupen- in den Falterkopf haben
Man sieht zunächst ganz außen die w
und darunter die von einer Entwick
sich fort erhaltende Weichhaut oder
ins Innere führt uns in medias res
Es ist fast alles Alte, alles Raupenhaft
völliger Auflösung begriffen, und vom
ist auch noch wenig vorhanden.

Bei diesem Sachverhalt wird si
länger mehr darüber verwundern, da
sowie vieler anderer Insekten, bei d
so plötzlich geschieht, für gewisse Zeit

Indessen erblicken wir mitten in
mern alter Theile und von Anfäng
doch wenigstens ein Organ, das von
störung verschont bleibt, nämlich das
der Continuität des Centralorg
gleich, bei allem Wechsel der O
unterbrochene Fortdauer und
aus.

II. Innerliche (endogene) Bildung des J (Musciden).

So sehr Raupe und Schmetterli
und Imago der bisher behandelten
ihrer ganzen Erscheinung nach von e
so haben wir uns doch überzeugt, da

inniger und unmittelbarer Zusammenhang besteht, daß der spätere Zustand im Vergleich zum früheren nicht etwas wirklich Neues, Abgesondertes und Apartes darstellt, sondern daß es sich lediglich um eine neue Determination, um eine neue Ausprägung einer in der Hauptsache unveränderlich bleibenden Grundform und Wesenheit handelt.

Ganz anders stellt sich aber das Wechselverhältniß zwischen Larve und Imago bei gewissen Dipteren (Musciden), z. B. bei unserer Stuben- und Schmeißfliege dar, dessen nähere Kenntniß man den ausgezeichneten Untersuchungen Weismann's (1864) verdankt.

Das Eigenartige liegt darin, daß wenigstens gewisse Körperabschnitte des Imago — und zwar betrifft dies den gesammten Vorderleib — sich nicht als einfache Umformungen der betreffenden Larventheile erweisen, sondern daß für diese Gebilde ein ganz neuer, ein vom Bestehenden völlig unabhängiger Anfang gesetzt wird.

Ganz besonders ist noch zu betonen, daß speciell auch das rein Aeußerliche oder die Haut der Fliege (nach W.) keine exo- oder dermogene, das will sagen keine aus dem Integument der Made hervorgehende Bildung ist, sondern daß man es auch hier mit einem völlig innerlichen oder endogenen Erzeugniß zu thun hat.

Da manchen unserer Leser diese Verhältnisse ganz unbekannt sein dürften, so wird zunächst eine vorläufige Orientirung an der Hand der nachstehenden Fig. 194* am Platze sein.

Die drei ersten hier abgebildeten Typen (A, B, C) geben Beispiele für die verschiedenen Arten oder besser Grade der gewöhnlichen Metamorphose, wobei besonders zu beachten, daß hier Larve und Imago in ihrer ganzen Ausdehnung eine und dieselbe Weichhaut, also auch eine und dieselbe Wesenheit besitzen.

Anders findet man es beim unt
eben auf die exceptionelle Entwicklun

Hier haben nämlich Larve und Ir
samen Körpertheil, d. i. den Hinterle

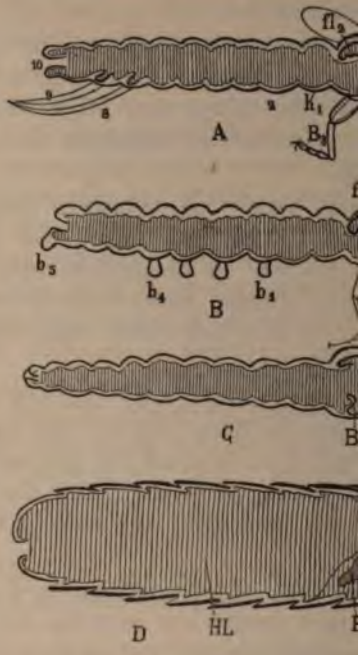


Fig. 194*.

gehaltene) Vorderleib des Imago fi
hörigen Larventheile deckt, sondern als
gewissermaßen als eine Kernbildung
Larvenhaut die Schale oder den Ma

Am deutlichsten zeigt sich dieser Gegensatz zwischen dem vordern und hintern Theile des Imagokörpers in dem Umstande, daß am Hintertheil im Ganzen nur zwei, am vorderen dagegen drei verschiedene Conturen beziehungsweise Hautlagen zu sehen sind, wovon die innerste ausschließlich dem Vorderleib des Imago allein eigen ist, während die zwei andern der Weich- und Harthaut der Larve entsprechen.

Noch besser lassen sich diese Verhältnisse an einem plastischen Modell erläutern. Man modelt zuerst aus Wachs die Weichhaut der Fliegenlarve. Dann aus Thon deren hauptsächlichste Binnenorgane. Endlich bildet man aus anders gefärbtem Wachs den hohlen Vorderleib der Fliege und steckt ihn derart in den Vordertheil des (aus Thon gemachten) Binnenkörpers hinein, daß ein Theil des letzteren innerhalb, ein anderer außerhalb dieser eingeschachtelten Wachsform liegt. Da jedoch, wie später zu zeigen, die Anlage des imaginalen Vorderleibes keine zusammenhängende, keine continuirliche ist, so bilde man die Form desselben nicht aus einem Stück, sondern aus mehreren Theilen, und lasse zwischen denselben Lückenräume, durch welche die äußern Partieen des Larven-Binnenkörpers mit den inneren zusammenhängen.

Doch unsere Fliegen bestehen nicht aus Wachs und Thon, und so wollen wir denn daran gehen, ihren so wunderbar complicirten und merkwürdigen Verwandlungsproceß auch ins Feinere zu verfolgen und darzustellen.

Um vorerst genügendes Material zur Untersuchung dieser Vorgänge zu erhalten, setzen wir ein Stück faulendes Fleisch aus. Bald kommen diverse Fliegen und legen Häufchen kleiner länglicher Eier ab, welche letztere sehr rasch, oft in ein paar Tagen entwickelt sind. Besehen wir uns nun zunächst einen solchen fast reifen Fliegenembryo, so finden wir ihn ganz nach dem allgemeinen Insektentypus geformt und angelegt, und

dies besonders auch hinsichtlich des
die gewöhnlichen vier Segmente mit j
zerfällt.

Manche dieser Kopftheile erfal
theils durch Reduktion, theils durch
trirung, eine so große Veränderung
auskriechenden Made ohne den frül
vergeblich suchen würde.

Insbesondere ist hervorzuheben,
mit seinem auffallend weit nach hint
keinen selbständigen Abschnitt darstellt,
übrigen perspektivartig aus- und einzi
einem von hinten nach vorne sich zus
artigen Körper verschmolzen ist, wie er
weise dieser Geschöpfe kaum passender

Gewisse andere Eigenschaften
zugleich die Fähigkeit, sich durch d
Ritzen durchzuwinden. Es beruht
ganz erstaunlichen Elasticität und Sc
lich mit Muskeln ausgestatteten und
Gelenksfalten versehenen Hautschlauc
leichten Verschiebbarkeit ihrer Eing
solche Made durch eine Spalte, di
selbst ist, so bemerkt man Folgende
die ohnehin sehr schmalen Vorderri
Zurücktreten der Innentheile in ei
der, während der dicke Hintertheil
die Ritze schlüpft und dort mit
(Fig. 195 k) sich vor Anker legt.
die Eingeweide nach und nach und
Zerrung durch den Engpaß befördert
ist dann eine Kleinigkeit: der ausge

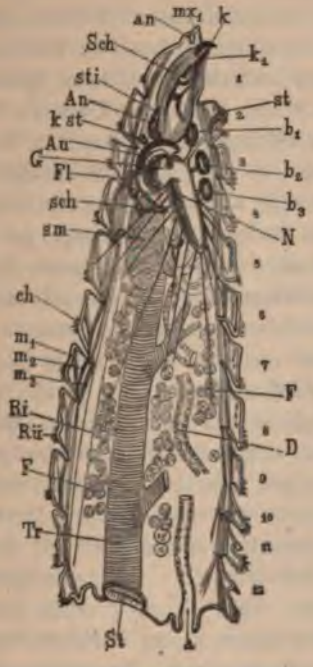


Fig. 195.

[illegible]ner Längsschnitt durch eine ältere Musciden- (Schmeißfliegen-) Larve mit nach [illegible]ßmann's und eigenen Befunden halbschematisch eingezeichneten innern Organen. Vergr. 6/1.

[illegible] intensiv schwarzen inneren Gebilde zwischen dem 2. und 5. Leibesring sind die Anlagen für den ganz neu zu bildenden Kopf und die Brust der Fliege.

[illegible]12 Leibesringe, ch Chitinhaut (die sie erzeugende Epidermis ist nicht gezeichnet), [illegible] schiefe äußere, m2 gerade äußere, m3 gerade innere Hautmuskel, k paarige [illegible]erhaken, k2 unpaares durch Verschmelzung der eigentlichen Oberkiefer entstandenes [illegible]rgan, an Fühler, mx1 rudimentäre Maxille, Schl Schlundkopf, st vorderes [illegible]enstigma am 2. Segment, b1, b2, b3 Vorder-, Mittel- und Hinterbeinanlage, [illegible] Gehirn, N Bauchmark, Au Augenscheibe, sti Stirnanlage, An Fühleranlage, [illegible] Anlage des Kiemenstigma's, Fl der Flügel, sch der Schwinger, sm Saug-[illegible]en, D Mitteldarm, a After, F Fettkörper, Tr Tracheenlängsstamm, St Stigma desselben, Rü Rückengefäß.

entleerte Hintertheil läßt sich ja,
anstrengung des vorderen, bequem h

Wesentlich unterstützt werden di
die auch manchen andern wurmart
thümlichen nach hinten gerichteten S
Fig. 159 O — oft kranzartig die ein

Im Einzelnen ist nun, zunächst
Ausrüstung, das erste und das letzte
werth. Ersteres ist kegelartig zuge
theils freie, theils einziehbare Ant
wähnen wir vor Allem die kurzen m
Antennen (Fig. 195 an), ferner die
vorgeschobenen und an dieser Stelle
dienenden Mittelkiefertaster (mx_1).
Mundöffnung sieht man dann ein
haken, die, mit einem innern ho
bunden, durch einen complicirten S
hervorgestoßen und wieder eingezo
jungen Maden bemerkt man außerdem
zweischneidige Chitinspitze (k_1), die,
Eischale bestimmt, schon bei der
geht. Nach Weismann ist der ert
Anderes als der in das zweite Seg
kopf sammt dem Mandibularsegment
anhänge des Madenmundes, die gen
während das unpaare dolchartige S
der embryonalen Oberkiefer entsteh
sich auch das anscheinend paradoxe S
kiefer (k_1) hinter den Mittelkiefern ob

Am Schlußsegment ist dessen fa
abgestutzte Endfläche beachtenswerth.
stens an einer todten Made, wah
den Kopf halten und zwar wegen

artigen Flecke an demselben. Solche Organe brauchen aber die Maden nicht, und die vorliegenden sind nichts Anderes als die Luftlöcher oder Stigmen (St), die aus guten Gründen an diese am wenigsten der Verstopfung ausgesetzte Stelle verlegt sind und nur eine enge durch ein Haarnetz geschützte Athemritze haben. Die papillenartige Erhebung (a) gleich unter dieser Stigmenplatte ist der After.

Wir kommen nun an die innere Einrichtung, und verweisen zunächst auf die Hautmuskulatur, die an unserm Längsschnitt ganz naturgetreu wiedergegeben. Sie besteht von Ring zu Ring aus zwei Lagen (m_2, m_3) Längsbänder, welche eben die Segmente in einander ziehen, ferner aus schiefen Bündeln (m) und endlich aus je einem Paar seitlicher Stränge, die aber selbstverständlich nur an einem Querschnitt (Fig. 196 sm) gut zu sehen sind. An letzterem bemerkt man auch, daß die senkrecht getroffenen Längsmuskeln am Rücken (rlm), am Bauche (blm) und an den Seiten (oslm und uslm), also ringsum ziemlich gleich entwickelt sind, während eigentliche Ringmuskeln ganz fehlen.

Im Ganzen hat die Muskulatur manches Analoge mit jener der „Rundwürmer".

Von andern Hautorganen sei dann das Tracheensystem erwähnt. Selbes besteht aus zwei seitlichen baumartig aus den früher bezeichneten Afterstigmen sich erhebenden und in mannigfachster Weise an den Eingeweiden sich verzweigenden Stämmen (Tr), über deren Lage auch der Querschnitt (Fig. 196 Tr) guten Aufschluß gibt.

Von auffallender Länge und Complication namentlich gegenüber dem höchst einfachen Darmschlauch der Raupen erscheint das Verdauungssystem unserer Maden. Es hat selbes, bei ähnlicher Ernährungsweise durch Aufsaugen flüssiger Stoffe, sogar eine auffallende Analogie mit dem der Schmetterlinge und überhaupt der saugenden Insekten. Außer dem bereits erwähnten Pumpmechanismus oder Schlundkopf

und einem kurzen derbhäutigen Spei
vor Allem der abgeschnürte Saugmager
vielfach gewundene Chylus- oder Sch
Fig. 196 ch D, ch D¹) beachtenswerth

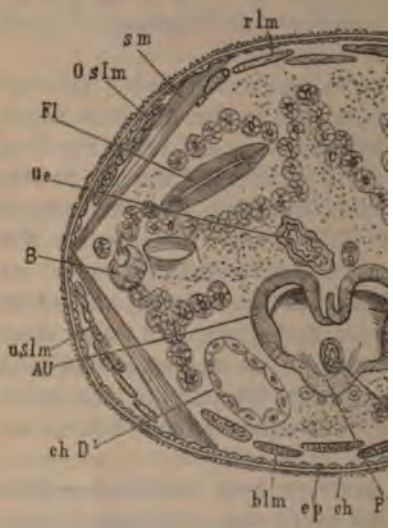


Fig. 196.
Querschnitt durch den 4. Leibesring einer M
ch Chitin-, ep Zellhaut (Epithel), blm Bauchlängs-
längsmuskeln, sm Sagittalmuskeln, Oe und Oe' Oes
Fettkörper, Tr Tracheenlängsstämme, chD großzelli
schnitt), oG oberes Schlundganglion (Gehirn), PM
entsprossene Augenscheiben, B Bein-, Fl F

Höchst eigenthümlich, weil gar n
zerstückelten Körperform harmonirend
Statt einer Kette von Ganglien, wie b
hier (Fig. 195) zwischen dem 3. und 5.
artige" Nervenmasse (N), deren Ha

deren übriger Theil dem gesammten Bauchmark entspricht. Vom ersteren gehen Nerven vorwiegend zum Vorderkörper, von letzterem zahlreiche straff ausgespannte Fasern zum Hinterleibe.

Dies sind — das zwar sehr eigenthümliche Rückengefäß (Rü) lassen wir ganz bei Seite — die eigentlichen Eingeweide. Dazwischen befindet sich nun das Blut, und als solidere Ausfüllung der aus großen perlschnurartig aufgereihten Zellen bestehende Fettkörper (Fig. 196 F).

Zum Beschluß sei noch das gerade diesen Larven so nothwendige System der sog. Visceralmuskeln genannt, welche sich zwischen Haut und Eingeweiden ausspannen und die oben erwähnten Verschiebungen der letztern möglich machen.

Streng genommen müßte nun, um das Ziel und einigermaßen auch den Umfang der den Musciden eigenthümlichen Metamorphose zu bezeichnen, eine nähere Schilderung des Imago folgen; da jedoch der Typus einer „Fliege" jedem Leser geläufig, werden folgende Hauptkennzeichen genügen. Die Fliege hat im Gegensatz zur Larve einen wohl abgesonderten Kopf mit großen Facettaugen, mehrgliedrigen Fühlern und dem bekannten vieltheiligen Saugrüssel. Sie besitzt weiters eine gleichfalls ganz selbständige aus drei Ringen verschmolzene Brust, oben mit einem Flügelpaar, unten mit den sechs Imagobeinen. Endlich kommt ihr noch ein Hinterkörper zu mit z. Th. verwachsenen, theils eingezogenen Leibesringen.

Auch hinsichtlich des Innern seien nur die augenfälligsten Unterschiede genannt. Am Verdauungstrakt fehlt der Schlundkopf und sind die übrigen Theile vielfach umgearbeitet. Das Nervensystem ist ganz anders, indem hier zum typischen Schlundring noch eigene Brust- und Leibganglien kommen. Desgleichen ist, bis auf die Längsstämme, das Tracheensystem ein anderes, indem ja, von andern Abweichungen und der

Einschaltung von Blasen abgesehen, die Zuleitung nicht von hinten, sondern von den Seiten her erfolgt. Am auffallendsten ist schließlich — wie zwischen Raupe und Falter — der Unterschied in der Hautmuskulatur.

Wir kommen nun zur Schilderung des Veränderungsvorganges selbst, die wir zu besserer Uebersicht in zwei Abschnitte theilen werden.

a) Anlage und Entwicklung des imaginalen Vorderleibes in der Larve.

Aus den kurzen Vorerläuterungen dieses Kapitels wird der Leser entnommen haben, daß bei der Bildung des Musciden-Imago in mancher Hinsicht wieder die alte Einschachtelungstheorie zu Ehren kommt, insoferne nämlich, als die Fliege nicht durch einfache Umwandlung der Made entsteht, sondern wenigstens mit ihrem Vorderkörper sich als ein selbständiges Erzeugniß, als ein im wahren Sinne des Wortes dem Larvenorganismus einverleibtes Geschlecht sich darstellt.

Dies neue und eigenartige Verhältniß zwischen Larve und Imago tritt denn auch schon bei der ersten Anlage des letzteren zu Tage.

Während die Raupe beim Verlassen des Eies in keiner Hinsicht etwas Anderes ist, als eben eine einfache, eine unverfälschte Larve, und das Neue, was nach und nach zum Vorschein kommt und sie zum Schmetterlinge macht, in letzter Linie stets nur eine Veränderung, eine Umarbeitung des Alten bedeutet, ist die Fliegenmade schon von vornherein ein gemischter Organismus, eine Art Doppel- oder Zwitterwesen, kurzum eine Larve, die sozusagen mit den Keimen eines Imago schwanger geht.

Hinsichtlich des näheren Verhältnisses dieser Binnenkeimen wolle man vorerst die Fig. 196* zu Rathe ziehen.

Da dieselben wie bekannt ausschließlich nur zur Bildung imaginalen Vorderleibes, d. i. der Brust und des Kopfes n, so hat man sie an der Larve auch im entsprechenden hnitt zu suchen, und zwar im Umkreis des Central-

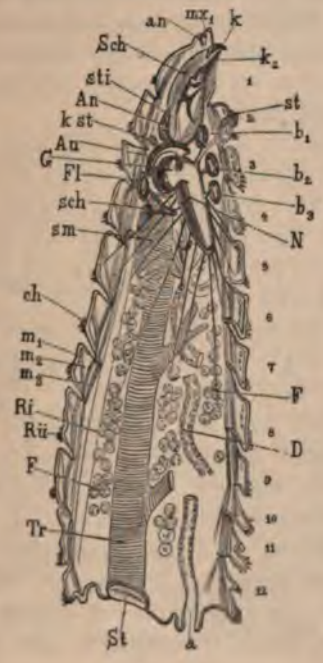


Fig. 196*.

enkörpers zwischen dem 2. und 4. Leibessegment. Im zen sind deren nicht weniger als sieben Paare, nämlich Paar für den Kopf (Cephaloblasten) und je zwei Paare, lich ein oberes und ein unteres, für die künftigen drei stringe (Thoracoblasten). Nach den wesentlichsten Bei-

organen oder Anhängen können wir erstere auch als Augen- (Au
letztere als Bein- (b_1—b_5) und Flügelkeime bezeichnen. Auß
den eigentlichen „Flügel"keimen (Fl) am Mittelrücken hat m
aber noch solche für die Puppenstigmen am Vorderrücken (ks
und für die Schwinger am Hinterrücken (sch) zu unterscheide
Merkwürdig ist hinsichtlich der Lage, daß, wie Figura lehrt, d
Cephaloblasten (Au) nicht vor, sondern zwischen den Thorac
blasten sich befinden, der Imaginalkopf also seiner Anlage na
in der Brust eingeschachtelt ist.

Im Weiteren handelt es sich nun zunächst u
folgende zwei Cardinalfragen: 1) woher d. i. vo
welchem der drei Hauptzelllager oder Keimblätt
des Embryo stammen diese Keime und 2) welc
Zelllagen oder Gewebsschichten des Imago geh
hinwiederum aus ihnen hervor?

Um zuerst die letztere Frage zu berühren, so behaup
Weismann, daß aus den Keimen ausschließlich nur
Weichhaut oder Epidermis des Imago, also jene Zellla
entsteht, die sonst aus dem Außenblatt des Embryo od
aus dem Ektoderm hervorgeht, wogegen in neuester Z
Ganin die mit manchen Beobachtungen Weismann
kaum zu vereinbarende Ansicht vertritt, daß die Muscid
Neoblasten außerdem auch mesodermatische Bildungen
zeugten. Populär ausgedrückt läßt ersterer aus diesen Keim
nur die Schale, die leere Form des Vorderleibes, letztr
zugleich das zugehörige Binnengewebe oder die Ausfüllu
entstehen.

Was dann die andere Frage d. i. die nach d
Ursprung unserer Keime anlangt, so müßten di
selben unter der Voraussetzung, daß die gleichartigen Gewe
lagen der vollendeten Thiere stets auch aus gleichartigen
homogenetischen Zellgruppen des Embryo hervorgingen, n
der Weismann'schen Auffassung ausschließl

dem Ektoderm, nach der Ganin'schen dagegen theils dem Ektoderm, theils dem Mesoderm entstammen.

Wozu aber, wird man einwerfen, braucht man die Abkunft dieser Keime zu erschließen, sie wird doch wohl schon direkt beobachtet und über allen Zweifel sicher gestellt sein. Indessen wird sich gleich zeigen, daß dies nur theilweise der Fall ist.

Nach Weismann bilden sich die Neoblasten stets im Zusammenhang entweder mit einem Nerv oder aber mit einer Trachea, und nehme man gleich zur Erläuterung der letztern Verbindung die Fig. 197 E zur Hand. Man sieht da einen verzweigten Tracheenstamm, innen mit der Chitin-, außen mit der Zellhaut (z). An einer Stelle bemerkt man dann eine größere birnförmige Anschwellung, die aus zahlreichen Bläschen oder Zellen besteht. Das ist nun eben ein solcher Imaginalkeim und zwar der für die obere Mittelbrust (oB_2). Nun scheint nichts naheliegender als die Annahme, daß die Zellen dieser Wucherung dem Epithel des Luftrohres entstammen, und daß man es somit, da letzteres durch Einsenkung der Haut entsteht, mit einer wahren Ektodermbildung zu thun habe. Man darf aber nicht vergessen, daß manche Tracheen von einer dem Mittelblatt entstammenden Bindegewebshülle umkleidet sind, die betreffende Zellwucherung somit ebensogut dem erstern (ektodermatischen) als dem letztern (mesodermatischen) Gewebe oder möglicherweise beiden zugleich angehören kann.

Noch unsicherer ist der Ursprung jener Keime, die sich an Nerven entwickeln. Fig. 197 A zeigt uns das isolirte Centralmark, dessen zweiter (2) und dritter (3) Nerv ganglienartige Anschwellungen tragen. Dies sind nun wieder solche Imaginalkeime und zwar die der untern Vorder- (uB_1) und der untern Mittelbrust (uB_2). Nach Weismann sollten

nur diese Keime ausschließlich nur aus der Nervenscheid
also aus einem Gewebe entstehen, das, wie wir im früher

Fig. 187.

Zur Entwicklung der inneren „Sinneshöhlen" bei Echinodermen (Asterias rubens) nach Selenka.

A. Gehirn (G) mit Stachenauf (SN) einer 4,7 cm langen Larve.
  h. „Hirnanhang" oder Augenhöhle, s gestielte Sinneszapfen bei Stachenauf, [illegible] als Anlage der unpaaren Stachelhaut (Stachelnervenscheibe), 2 beiderseits [illegible], [illegible] als Anlage der unpaaren Mundhaut (Mundnervenscheibe).
B. Distaler Stachelnervenscheibe einer 1,5 cm langen Made weiter entwickelt.
C. Innere Mundnervenscheibe einer 1,5 cm langen Made weiter entwickelt.
  Bn Mundnerv, n Zweiten, ch Schlundrohr, h Hohlhöhle.
D. Mundnerv weiter entwickelt.
  c. Bn. die Bildung umgebende Hohlmembran (innere h. Bildung), n Hohlhöhlen.
E. Anlage der oberen Mundhaut (Flügelscheibe) (ohne) an einer Doppelgrube
  c. die Zellage (Deckenepithel) von einer oben auch [illegible] gebildet [illegible]
F. Oberer Mund- (ohne) mit unserer Sinneswulstscheibe (ohne) an einer Doppel[illegible] von einer entgegengesetzten Seite.

Kapitel gehört, bei Crustaceen ganz und gar nicht zur Bil
der Haut, sondern lediglich zur Ernährung der Muskeln u
überhaupt der (mesodermatischen) Binnenauftreibungen dient.

Aber empfehlen wir lieber die Klärung dieser Verhältnisse einer neuen streng methodischen Untersuchung und betrachten wir nun in Kürze die weitere Entwicklung und Formung der Imaginal„scheiben".

Wenn diese gleich Beeren an ihren Zweigen hängenden Knospen eine gewisse Größe erreicht haben, so entsteht in ihnen zunächst eine mit der Umgebung d. i. mit dem Innenraum der Larve communicirende Höhlung. Der solide Keim verwandelt sich mit andern Worten in einen Hohlkörper, dessen Wand ursprünglich (Fig. 198) aus einer einzigen Lage hoher Zellen (z) besteht.

Fig. 198.
Stück eines Querschnittes der Flügelscheibe einer Muscidenlarve.
z Cylinderepithel, aCu äußere Cuticula.
(Original.)

Aus diesem Verhalten, sowie aus dem Umstande, daß diese epithelartige Zelllage alsbald eine ziemlich dicke Chitinhülle absondert, kann man schon schließen, daß man es mit Gebilden zu thun hat, aus welchen sich später das Integument oder die Haut der Fliege zusammensetzt.

Aeußerst lehrreich für dieses schon ans Ende der Larvenperiode fallende Stadium ist unser mehr besprochener Querschnitt in Fig. 199. Rings um das vom Speiserohr (sp) durchbohrte Gehirn (oG) sieht man zunächst die Augenkeime (Au). Dann an den Seiten, neben den Tracheen (Tr), die Beinscheiben (B), und zwar die links als scheinbar soliden knospenartig an der Trachea hängenden Körper, während die rechte, mitten durchschnitten, im Innern ein auch von Ganin erwähntes halbmondförmiges Lumen zeigt. Oben, bei Fl, hat man endlich die flachen gleichfalls hohlen Rückenscheiben, aus denen später die Flügel hervorsprossen. Der Schnitt zeigt zugleich, daß

diese im Innern der Larve zerstre
derselben in gar keiner direkten Ve

Was nun die eigentliche Gest
dieser Keime betrifft, so wollen wi
die Beinanlagen beschränken. Die S
Flächenvergrößerung und Flächens

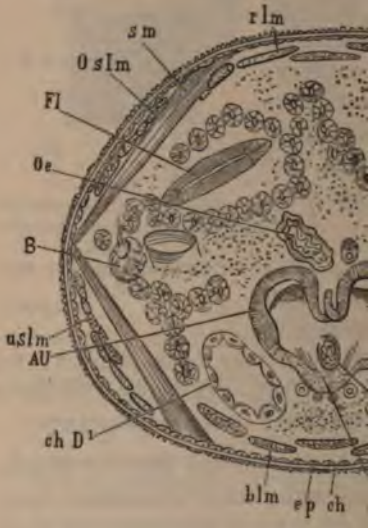


Fig. 199.

Princip, das bei allen solchen Bildu
rolle spielt.

Am Zwillingskeim in Fig. 199*
Scheibe einige concentrische Linien,
Flächenbiegungen. In C, einem spä
die Außenseite des Keimes schon ein

falten, die, durch entsprechende Furchen von einander getrennt, am Querschnitt das Bild einer Wellenlinie geben. Dies ist nun gleichsam das Rumpfstück sammt dem gegliederten Beinanhang in der Horizontalprojektion. Der Saum der Scheibe entspricht nämlich der Brustwandung, während die innern Zonen folgeweise die Glieder des Fußes d. i. des Femur (Fe), der Schiene (Sch) und des Tarsus (Fu) darstellen und der centrale Kern des Ganzen die Spitze des

Fig. 199*.

letztern bezeichnet. Denkt sich der Leser nun statt dieser gefalteten Platte eine elastische Uhrfeder, deren innere Windung er in die Höhe zieht, so hat er auch eine ungefähre Vorstellung davon, wie allmälig aus der flachen Scheibe der in D abgezeichnete Anhang herauswächst.

Dies sind indeß Vorgänge, welche schon in die nächste Periode fallen.

[illegible] Herausbildung des Larvenkörpers, Entwicklung
Ausbildung des Imago in der Puppe.

[illegible] die Larven der [illegible] Insekten [illegible]
[illegible] Lebensbedürfnisse [illegible] haben, d. h. wenn sie [illegible]
zu [illegible] und [illegible] Bildungsstoffe [illegible]
legen sie auch in der Regel äußerlich ihre Larvenhaut [illegible]
pflegen sich in einer dem ruhenden Insekt ähnlichen Gestalt
als Puppe, welcher [illegible] zur völligen Imago
[illegible] nur noch die entsprechende Umbildung der
Gestaltung nötig ist.

Ganz anders ist es bei den Muscidenmaden. Hier
der Uebergang vom freien aber ruhenden Leben in das
die [illegible] innere Umwandlung herbeiführten,
der Unbeweglichkeit nicht durch einen Hemd- oder Gehäuse
begleitet; im Gegentheil schließt sich die alte Larve
noch enger um den Leibkörper zusammen, ja sie wird
gleichzeitige Verbildung und weiter Einschließung des
die nunmehr überflüssig gewordenen Mundanhänge tr
fingert, zu einer [illegible] Schale oder Kapsel,
nun die „Tonnenpuppe" ihrem weiteren Schicksal e
geht.

Der Grund dieser Eigenthümlichkeit ist sehr nahe
sie beruht nämlich darauf, daß zur angegebenen Zeit d
an die Stelle der Larve treten soll, nämlich der prädi
Körper oder die Puppe, äußerlich noch nicht ganz fe
indem sie noch keine eigene zusammenhängende Leibesdeck
sondern aus den unterbundenen Stücken der Imago
besteht. Würde nun trotzdem die Larvenhaut entfe
würde der seines äußeren Gefäßes beraubte Puppenleib
auseinander fallen.

Zu, weshalb aber wird der Larvenbalg nicht
[illegible] dann gesprengt, wenn, was in wenigen

geschehen, die Puppe bereits ihre eigene zusammenhängende Haut hat? Die Antwort darauf ist einfach die, daß, abgesehen vom defensiven Charakter einer solchen accessorischen Bedeckung, bei der sofort eintretenden Zerstörung des innern Larvenleibes die Organe, wir meinen die Muskeln fehlen, um diese Arbeit auszuführen.

Aber betrachten wir nunmehr die weiteren Vorgänge in diesem seltsamen Doppelkörper.

Einen schönen Ueberblick über den ersten Zustand der Larven-Puppe gibt der Längsschnitt in Fig. 200. Da sehen wir äußerlich zunächst die Larvenhaut, und zwar 1) die dicke Chitinlage (cu), 2) die zellige Weichhaut (z) und 3) den Muskelschlauch (m). Das Innere zeigt zwei Abschnitte: einen vordern selbständigen Körpertheil, d. i. den Vorderleib des Imago, und dann einen hintern, der mit der Larve zusammenfällt.

Fig. 200.
(Vgl. S. 475.)

Zwischen dem selbständigen Puppenvorderleib und der allgemeinen Hülle finden sich aber noch gewisse der Larve angehörige Weichgewebe: z. B. Blut, Fettzellen u. A. Ganz vorne bemerken wir ferner, daß die Weichschichten der Larvenhaut, d. i. Epidermis und Muskeln, in Zerfall

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] und die [illegible] Demnach ergibt ſich auch, daß alle dieſe [illegible] keinerlei [illegible] zu den gleichnamigen Larven- [illegible] beſitzen, und [illegible] auch in dieſer [illegible] herausſtellt.

Um gleich diesen Theil, wenigstens äußerlich, fertig zu machen, sei kurz bemerkt, daß die Kopfblase etwa gegen Ende der ersten Puppenwoche unter Zusammenziehung des Brustkastens aus dem Innern des letztern herausgepreßt und an ihre definitive Stelle befördert wird.

Es wurde schon oben betont, daß gleichzeitig mit der Entwicklung und Vereinigung der den äußern Rohbau des Puppenvorderleibes bildenden Stücke gewisse peripherische Larvengewebe in Verfall gerathen. Weit größere Dimensionen nimmt aber der Proceß der Auflösung im Innern an. Hier wird mit alleiniger Ausnahme des centralen Nervensystems Alles zerstört, Alles zertrümmert und sozusagen kein Stein auf dem andern gelassen, wobei indeß hervorzuheben, daß dieser Umsturz oder diese Desorganisation nicht alle Theile zugleich ergreift.

Die Zerstörung betrifft 1) die Hautmuskeln und die Hautnerven, 2) das gesammte System der Luftröhren, 3) gewisse Darmtheile und 4) endlich den Fettkörper.

Die bezeichneten Organe lösen sich zunächst in ihre Elementartheile auf, welche letztern dann später gleich den vorwiegend faserigen Geweben, den Muskeln und Nerven, einem vollständigen molekularen Zerfall unterliegen.

Wird nun das früher ganz klare Blut schon durch die Beimischung dieser Zerfallsprodukte in hohem Grade verunreinigt, so nimmt die Leibesflüssigkeit, sobald erst die Zellen des Fettkörpers ihren Inhalt entleeren, ganz und gar eine milchig-bräunige Beschaffenheit an und die Larvenpuppe kann nun faktisch einem mit Dotter erfüllten Ei verglichen werden.

Was nun die in diesem „Gewebebräu" vorkommenden und äußerst mannigfaltigen Elementargebilde betrifft, so fand Weismann darunter auch ganz eigenartige Bläschen, die er (Fig. 202 A) als „Körnerzellen" bezeichnet. Körnerzellen deshalb, weil sie die den Embryonalzellen vergleichbaren

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

die schon an der Larve und zwar nach der ersten Häutung sichtbar sind, und dann aus zwei „pferdeschwanzartigen" Büscheln feiner Röhren, welche ganz frei in der Leibesflüssigkeit fluctuiren und die aus den umgeänderten d. i. durch den Wegfall der Hinterenden verkürzten Längsstämmen (Fig. 195 Tr) entspringen.

Vor den Beginn der eigentlichen Neubildungen fällt noch ein anderer wichtiger Vorgang, nämlich die Umwandlung des Darmkanales. — Eingeleitet wird dieselbe durch die gänzliche Zerstörung des Schlunddarmes, dessen excrementartige Zerfalls-

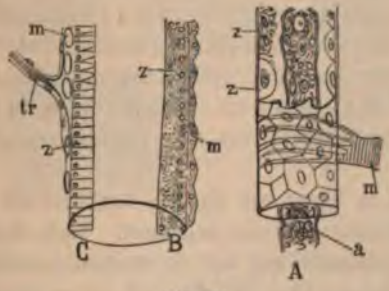


Fig. 201.
Zur „Histolyse" des Mitteldarmes der Schmeißfliege (nach Weismann).
A Stück des Larven- resp. Puppendarmes. z Epithel, m dasselbe überspinnende Visceralmuskeln, a wurstartige Inhaltsmasse, aus der Zerstörung des Vorderdarmes, z Epithelzellen in der Verfettung und Auflösung begriffen.
B, C Darm in der Neubildung. Rechts z Epithel-, m Muskelblastem; links beide Gewebsschichten schon ausgebildet, tr den Darm umspinnende Tracheen.

produkte (Fig. 201 A a) in den Mitteltrakt gelangen, um dann schließlich von der Fliege aus dem After ausgeworfen zu werden.

Die Umbildung des letztern, d. i. des Mitteldarmes, bezieht sich nun keineswegs bloß auf die äußere Form, sondern es handelt sich dabei zugleich um äußerst merkwürdige durch die Figuren 201 A, B und C kurz zu erläuternde Strukturveränderungen.

was bei einer so allgemeinen und intensiven Umwälzung auch leicht begreiflich, die Periode der Puppe mehr als doppelt so lange wie jene der Larve dauert.

Am eingehendsten ist von Weismann die Neubildung der Muskeln studirt.

Gegenüber der schon oben berücksichtigten Ganin'schen Auffassung, nach welcher die Hautmuskeln aus den Imaginal-

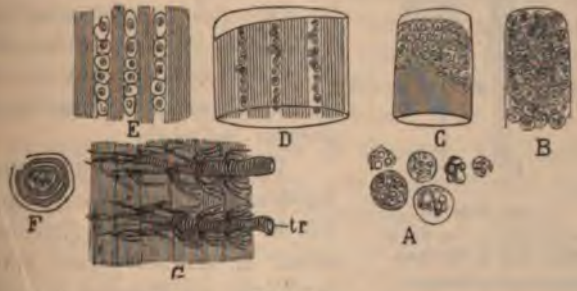


Fig. 202.
Zur Entwicklung der Brustmuskeln der Schmeißfliege (in der Puppe).
Nach Weismann.

A „Körnchenkugeln" und Zellen des in der Umbildung begriffenen Puppenleibes.
B Strang von Körnchenkugeln als erste Anlage eines Muskels.
C Strang von Kernen, in contraktiler (Fleisch)substanz.
D Weiteres Stadium, wo die Kerne in Gestalt von Säulen zwischen der schon fibrillär gewordenen Fleischsubstanz liegen.
F Querschnitt eines in der Entwicklung begriffenen Muskelprimitivbündels. Zu äußerst die Muskelscheide, dann zwei Mäntel von Muskelsubstanz, in der Mitte die Kernsäule.
E Muskelbündel, dazwischen Zellsäulen, aus denen die feinen Muskeltrachen entstehen.
G Muskelbündel mit ausgebildeten Tracheen (tr).

scheiben entstünden, ist zu betonen, daß nach Weismann die diversen Vorderleibsanhänge, wie z. B. die Beine, anfangs ganz hohl d. i. nur mit einer „klaren" Flüssigkeit erfüllt sind, und daß ferner ihr späteres Binnengewebe von eingewanderten Körnerzellen herrührt.

[redacted]

[redacted]

[redacted]

Und da hat denn der Leser, unter nochmaliger Einprägung der Fig. 200 vor Allem auf dies zu achten. Der Leib der Puppe und überhaupt der Imaginalkörper der Musciden setzt sich aus zwei dem Ursprung nach völlig ungleichen Theilen zusammen: aus dem Vorderleibe, der als endogene Neubildung im Innern des Larvenkörpers entsteht, und aus dem Hinterleibe, den die Fliege mit der Larve gemeinsam hat.

Hinsichtlich des letzteren ist noch nachzutragen, daß sich gegen Ende der Puppenperiode die Weichhaut des Larven-Abdomens von der tonnenförmigen Chitinhaut loslöst und unter gewissen, noch genauer zu studirenden Modificationen allmälig die definitive Gestaltung annimmt.

Schließlich bleibt noch Eins zu bemerken, daß nämlich die Weichhaut des Puppenkörpers eine zarte Chitinhaut ausschwitzt, die sich als eine wahre Puppenscheide herausstellt.

Auf diese Art wäre also die Fliege im Innern der Tonnenpuppe von nicht weniger als von drei Chitinhüllen umgeben, nämlich erstens von der eigenen, zweitens von der der Puppe und endlich zu äußerst von jener des Larvenkörpers.

Kurze Uebersicht der verschiedenen Veränderungsarten und Uebergänge.

Trotz unserer mehrfach ausgesprochenen Antipathie gegen alle künstliche Klassificirung erleichtern doch gewisse Unterscheidungen die Uebersicht über die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, und in diesem Sinne wollen wir uns noch einmal und zwar an drei Typen, der Küchenschabe, dem Schmetterling und der Fliege, die wichtigsten Hauptformen der Entwicklung ins Gedächtniß zurückrufen.

Beim ersten Typus (Küchenschabe) ist die äußere Entwicklung nichts Anderes als eine vollkommenere Entfaltung gewisser Weichhautstrecken und kann das Imago selbst einfach

als eine auf eine höhere Stufe der
definirt werden.

In gewissem Sinne gilt dies
(Schmetterling), nur daß hier zu de
fachen und allmäligen Fortentwickl
gradigen und plötzlichen Umformu
Verein mit correspondirenden Un
Einrichtung, ein besonderes leber
stadium, nämlich die Puppe bedin

In beiden Fällen ist abe
sichtlich des äußeren Bestan
mit der Larve, nur daß di
gemeinsame Weichhaut bein
wickeltere und neue, theils
änderte Formen hat.

Beim dritten Typus (Musca)
stens der Vorderleib des In
mit der Larve, sondern er ist etwas
aus dem Innern der Larve
kurzum eine endogene Bildung.
weise und wegen der totalen Umwa
hier auch die Präimaginalperiode
betreffende „Larven-Puppe" absolut

Das Wichtigste und Interessan
gelegenheit ist aber offenbar nicht die
mehrere und z. Th. wie es schein
von Entwicklung und Metamorphose
Frage, ob diese besonderen Verä
Mittel- oder Zwischenformen in eine
sie sich überhaupt als verschiedene
derselben Veränderungsweise darstel

Was nun in dieser Hinsicht zun
gänge zwischen den ersten zwei Entw

und Schmetterling) betrifft, so brauchen wir nur einerseits an die stark veränderlichen „Ametabolen" (Cicaden, Eintagsfliegen) und anderseits an die wenig veränderlichen „Metabolen" (gewisse Käfer, Netzflügler) zu erinnern, um den anscheinend so großen Abstand auf das vollständigste auszufüllen. Ueberaus lehrreich ist speciell Corethra, wo die innerlichen Veränderungen, zum Unterschied von den Raupen, ganz allmälig und ohne wesentliche Störung der äußeren Lebensthätigkeit von Statten gehen.

Wo sind aber die Uebergänge zwischen der Falter- und der Fliegen-Entwicklung, d. h. also zwischen der bloßen Umformung und der völligen Neuerzeugung (Neogenese)?

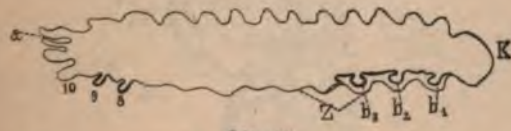


Fig. 204.
Längsschnittcontur (nicht schematisch) einer Hymenopteren(?)-Larve.
Die dünne Contur ist die Weichhaut (Epidermis) der Larve, die dicke bedeutet die innern imaginalen Neubildungen (mit Ausnahme von 8 und 9).
k Kopf, b_1—b_3 imaginale Beinzapfen, 8, 9, 10 Hinterleibsringe.
(Original.)

In dieser Hinsicht dürfte zunächst eine eigene Beobachtung willkommen sein. Sie betrifft eine mit einem langgegliederten Bauchmark versehene (Hymenopteren-?) Larve, bei welcher nicht, wie bei den Fliegen, der gesammte Vorderleib, sondern nur die Brust sich neu zu bilden scheint. — In der naturgetreuen Conturzeichnung (Fig. 204) des einschlägigen Schnittpräparates (v. J. 1875) bedeutet die dünn ausgezogene Linie den Umriß der Larve und speciell k den deutlich abgeschnürten Kopf derselben, während die verdickten Stellen die imaginalen Neubildungen bezeichnen. Von letztern gehören die Zapfen 8 und 9,

Man könnte sich nun allerdings mit der Annahme behelfen, daß die innern Keime des Fliegen-Imagos vielleicht doch von tiefgehenden Einsenkungen der Larvenhaut (Fig. 206 E) abzuleiten sind. Eine solche Annahme entbehrt aber vorläufig jeglicher Begründung, und so dürfte es doch besser sein, das Vorkommen einer endogenen Insekten-Metamorphose einfach anzuerkennen, als sie mit Gewalt zu einem Vorgang umzu-

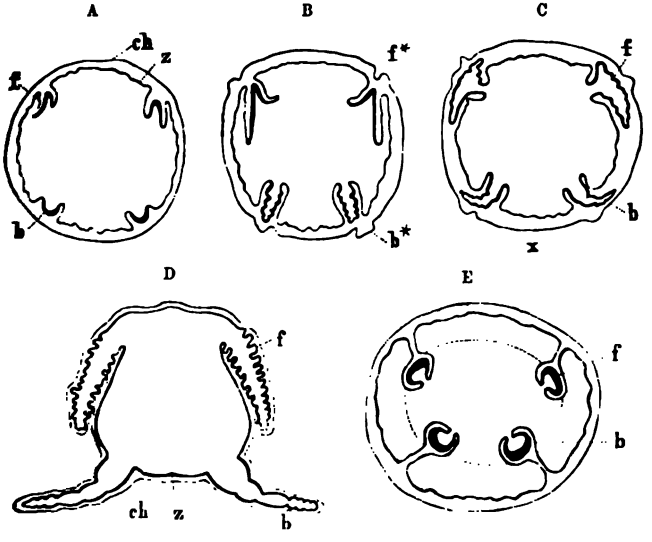


Fig. 206.
(Vgl. S. 496.)

deuteln, der mit den bisherigen Beobachtungen nicht übereinstimmt.

Den in der Zoologie weniger bewanderten Leser müssen wir aber zum Schlusse noch eigens darauf aufmerksam machen, daß es sich bei der allerdings sehr eigenthümlichen

trotz ihrer Mannigfaltigkeit, doch nur ein Glied aus jener großen Kette von Umgestaltungen sind, denen die Thierwelt in ihrer Gesammtheit unterworfen ist.

Zur Erklärung der Metamorphose.

Warum nehmen wohl viele Insekten während ihres Lebens so verschiedene Gestalten und Wesenheiten an?

Die nächste Antwort darauf ist sehr einfach: weil es nämlich bei den Vorfahren derselben auch so war, und der Umstand, daß die gesammte Entwicklung bei den auf einander folgenden Generationen faktisch in sehr übereinstimmender Weise vor sich geht, zeigt uns, daß auch diese Vorgänge unter das Gesetz der Vererbung fallen.

Der Leser merkt aber wohl, daß diese Art von Erklärung nur eine Ausflucht ist und unsere Frage soll eigentlich lauten: Wie sind die Insekten und wie ist deren gegenwärtige Entwicklung ursprünglich oder phylogenetisch entstanden?*)

Da jedoch, wie wohl kaum zu bemerken nöthig, bei diesem Proceß der Insektwerdung Niemand dabei gewesen, so wird selbstverständlich die nachträgliche Darstellung oder Erklärung dieser Begebenheit, welcher Art sie auch immer sein möge, gewisse nicht streng beweisbare Annahmen machen müssen und sonach auch einen rein hypothetischen Charakter haben.

Solcher Hypothesen zur Erklärung der Insekten- und überhaupt der Thierschöpfung gibt es aber vornehmlich zwei, wovon wir die eine kurz als willkürliche oder künstliche, die andere als natürliche Schöpfungshypothese bezeichnen.

---

*) Die gegenwärtige Entwicklung wird nach Häckel als Ontogenese, die historische als Phylogenese bezeichnet.

Kritik der willkürlichen Sch

So bezeichnen wir den leider
Glauben, daß alle Organismen, und
Thierchen, ihr Dasein einer ganz
Ursache oder Kraft verdanken, die m
ganz unbestimmt und nebelhaft zu
sondern Attribut ausstattet, daß all
dungen in einem harmonischen, in
oder künstlichen Zusammenhange mi
daß sie ferner in ihrer Art absolut

In Folge dieser besonderen Be
kraft" kümmern wir uns zunächst g
und wie dieselbe die Entwicklung
vermag, sondern fragen einfach, o

Weise, daß man, um mit Huxley zu sprechen, unwillkürlich nach der Hand des Meisters sucht, der dieses Werk vollbringt.

Aber auch die weitere, die postembryonale Entwicklung ist bei manchen Kerfen eine solche, daß sie, wenigstens in den allgemeinsten Zügen und bei einiger Nachsicht gegen kleinere Verstöße, als Beleg für die künstliche Schöpfung verwendet werden könnte. Denn verfolgt man z. B. die einzelnen Bildungsstufen einer Küchenschabe, einer Heuschrecke und überhaupt der meisten „Verwandlungslosen", so muß man gestehen, daß diese Gestaltenfolge nichts Anderes als eine Reihe oder ein System successiver Entfaltungen, Differenzirungen und überhaupt Vervollkommnungen darstellt.

Neben dieser strengen Consequenz und Folgerichtigkeit, welche den Bildungsproceß vieler Insekten zu beherrschen scheint, finden sich aber auch Erscheinungen, die mit dem Principe der vorausbestimmten Harmonie und Vollkommenheit durchaus unvereinbar sind und die daher, da die angenommene Systemmäßigkeit doch jedenfalls eine allgemeine und allumfassende und keine bloß auf gewisse Geschöpfe und gewisse Zustände derselben beschränkte sein müßte, auch über die früher bezeichneten Fälle von scheinbar wirklicher Planmäßigkeit ein neues Licht verbreiten.

Diese wenigstens nach den herkömmlichen Begriffen ganz regel- und zweckwidrigen Erscheinungen beziehen sich nun theils auf einzelne Entwicklungsakte, theils sprechen sie sich, und dies ist von ausschlaggebender Bedeutung, in der Gesammtheit insektischer Bildungen d. i. im „System" dieser Thiere aus.

Disharmonieen der Einzelentwicklung.

Würde ein Bildhauer, in der Absicht die Statue eines Mannes zu modelliren, zuerst die eines Pferdes machen und daraus dann theils durch Ummodelung, theils durch

Wegnahme oder Hinzufügung gewiss
Werk herstellen, so würde wohl Je
völlig unmethodisches und zweckwidri

Und doch schlägt die Natur, der
eines zielbewußten Künstlers zuschr
aller metabolischen Insekten im Wes
einen noch weit sonderbareren Weg

Nehmen wir z. B. die Gestalt
so wird man doch zugeben, daß der
Raupe, vom definitiven Gebilde, der
verschieden ist als der Organismus
des Menschen.

Aber, wird man sofort einwe
doch die unbedingt nothwendi
Voraussetzung für den Schmetterling
stets nur aus dieser Gestalt und ni
z. B. aus einer Made, aus einer
entwickelt.

Sollte denn aber, fragen wir,
Anwendung irgend eines Verfahrens
keit oder gar dessen Nothwendigkeit
nicht auch im Bereiche der menschl
schmeicheln durchaus vernünftigen d
keit genug Methoden gäbe, die ei
breitung haben (oder hatten) und
einsichtigeren Köpfen als unsystem
verworfen werden.

Um den faktischen Nachweis v
mäßigkeit der gegenwärtigen Falterl
einer die seltene Kunst verstehen, zu
die Raupenmundtheile die zweckmäßig
Falterrüssel, die kleinen Raupenaug
für die großen u. s. w. seien, und

nachgewiesen werden, welcher Vortheil für die Modellirung des Falters speciell aus jenen Raupenorganen, z. B. den Stummelfüßen, den Spinndrüsen u. s. w., die am Schmetterling gar nicht mehr vorkommen, erwächst.

Was aber die behauptete Nothwendigkeit der gegenwärtigen Falterbildungsmethode betrifft, so ist es nach den Vererbungsgesetzen vollkommen begreiflich, daß sich der Falter heutzutage aus einem Wesen entwickelt, das wenig oder gar nichts Falterartiges an sich hat; es wäre aber die größte Verhöhnung aller gesunden Logik, wenn man annähme, daß sich unsere Kerfe schon von allem Anfange nur aus Raupen und nicht aus andern, den Faltern ähnlicheren Wesen hätten entwickeln können. Oder, wenn nach dieser Annahme die Bildung des Schmetterlings eine demselben ganz unähnliche Vorbildungsstufe voraussetzt, warum geht dann z. B. die Küchenschabe aus einer Küchenschabe und nicht auch aus irgend einem andern ganz fremdartigen Geschöpf hervor?

Man könnte nun allerdings, um die von uns angegriffene Ehre der „vernünftigen Bildungskraft" zu retten, worauf mich mein werther Freund, der Philosoph Marty, aufmerksam machte, die auf völliger Wesensverwandlung beruhende Falterbildung mit gewissen chemischen Vorgängen analogisiren, wo ja auch unter gewissen Bedingungen ein Körper in einen ganz anderen übergeht; es ist aber zu erwägen, daß der Schmetterling ja nicht aus der Verbindung der Raupe mit einem andern Wesen entsteht, wenn letztere auch, wie später zu zeigen, selbst ein durch gewisse Agentien veränderter und in gewissem Sinne also auch ein zusammengesetzter oder gemischter Organismus ist.

Im Verlauf der Insektenentwicklung stößt man aber nicht bloß auf eine Menge von Vorgängen, die, um gelinde zu sprechen, kaum zur Erläuterung des Zweckmäßigkeitsbegriffes

[illegible]

[illegible]

[illegible]

das vollendete Thier, und noch eclatanter ist der Fall bei jenen Arbeiterameisen, die im ausgebildeten Zustand keine Spur von Flügeln zeigen, bei denen aber, nach den schönen Untersuchungen von Dewitz, die Puppen damit versehen sind.

Wir wären in der That neugierig zu hören, was wohl ein Teleologe zu solchen Ungereimtheiten sagen möchte.

Disharmonieen im Gesammtbestande oder „System" der Insekten.

Wenn zwischen den einzelnen Insektenformen ein solcher Zusammenhang bestünde, daß die nach den morphologischen Principien der Aehnlichkeit gebildeten Systeme der Larven und der Imagines einander genau parallel wären, so würden wir eine solche Ordnung, zumal angesichts der unabsehbaren Mannigfaltigkeit dieser Wesen, in der That als das Werk einer einheitlichen Idee, als den „Ausfluß eines höhern Gedankens" betrachten müssen, ja wir würden uns dann selbst aus den gewissen Widersprüchen bei der Einzelentwicklung weniger daraus machen.

Diese strenge Planmäßigkeit im Gesammtbestande der Insekten existirt aber leider nur im Kopf der Teleologen; die Wirklichkeit dagegen zeigt uns auch hier wieder eine Menge von Incongruenzen und Ungereimtheiten.

Betrachten wir beispielshalber das System der Hautflügler.

---

dieser Thiere doch das Unziemliche seiner Behauptung nahe legen, während wir anderseits nicht umhin können, zu bemerken, daß Brauer's eigene Ansichten, nach welchen z. B. bei den Metabolen allgemein „die vielen Stadien der mit Flügelscheiden versehenen Jugendzustände der Insekten in ein einziges zusammengezogen sind" und „daß von einem wiederholten Vorkommen und Wachsen der Flügel (speciell bei den Larven von Staphylinus) nicht die Rede sein kann", sehr „unheimlich berühren". (Zool. bot. Ges. Wien 1878, S. 164 Zeile 3 v. u.)

Was [illegible] Verwandtschaft betrifft, so kann [illegible] in [illegible] grossen Sammlung leicht übergangen, [illegible] in [illegible] Fachkreise, namentlich aber in Bezug [illegible] der Mundtheile, der Flügelbildung u. s. w. [illegible] eine [illegible] natürliche Gruppe bilden.

Da man die Larven im Allgemeinen weniger [illegible] u. s. w. unterscheidende Formen haben, so müsste man [illegible] annehmen, daß [illegible] der Hymenopteren einan[illegible] [illegible] müssen. Indeß findet [illegible] gerade [illegible]. Die Larven gewisser Hymenopte[illegible] [illegible] der Blattwespen, zeigen den Mittelleibruck, andere, [illegible] der Blattwespen, die [illegible] Raupenbeh[illegible]

Wenn man nun noch hinsichtlich der einschlägi[illegible] [illegible] Schilderungen II. Th[illegible] [illegible] muß, daß sich [illegible] die „Afterraupen" der H[illegible] [illegible] gewisse feinere Merk[illegible] [illegible] der Mundtheilen, ziem[illegible] [illegible] der echten Raupen der S[illegible]

[illegible]

[illegible]

sind, und welches sollen dann die Merkmale sein, an denen sie sich als solche erkennen oder „bestimmen“ lassen? —

Aehnliche Incongruenzen wie bei den Hautflüglern findet man nun auch bei andern Gruppen, und speciell für die Schmetterlinge hat Weismann in der citirten Schrift den ausführlichsten und überzeugendsten Nachweis geliefert, daß der von der teleologischen Schöpfungshypothese geforderte „Parallelismus“ zwischen den Larven und den Imagines weder im ganzen Systeme noch in den kleineren Abtheilungen zu Tage tritt.

Die wahren oder natürlichen Ursachen der Metamorphose.

Trotz der uns durch den knappen Raum aufgenöthigten Skizzenhaftigkeit unserer Darstellung hat sich der Leser doch wohl überzeugt, daß die Entwicklung der Insekten, vom Standpunkt der bloßen Gestaltbildung aus, sowohl im Einzelnen als in Bezug auf die Gesammtheit der Formenreihen in der That viele Disharmonieen und Ungereimtheiten zeigt, und daß es sonach der größte Widerspruch wäre, diese Regel- und Systemlosigkeit durch das Princip einer künstlichen Schöpfung erklären zu wollen.

Hier ist nun aber gleich von Seite der Teleologen folgender Einwurf zu gewärtigen. Der Schöpfer, werden sie sagen, hatte mit Bezug auf die Regelung der Insekten-Entwicklung ja nicht bloß darauf zu sehen, daß die einzelnen Bildungsstadien unter einander in Harmonie stehen, es kam ihm vor Allem darauf an, dieselben mit den jeweiligen Bedingungen des practischen Lebens in Uebereinstimmung zu bringen.

Nun, und da bekennen wir auch sofort mit Vergnügen, daß manche rein morphologische d. i. auf die bloße Gestaltbildung bezügliche Disharmonieen in der That

durch biologische Harmonieen
sam corrigirt werden. So ist z. B. die
mit Rücksicht auf die Natur des Schm
loses, unbegreifliches und paradoxes G
Lebewesen aber, allenfalls noch mit
zur Bildung des Papilio nöthige Mate
wir ihr alle Anerkennung zu Theil

Damit indessen haben die Tele
gewonnenes Spiel. Ganz abgesehe
gewisse Vorkommnisse der Insekten
Puppenflügel der flügellosen Arbeiter
Beine der Embryonen u. s. w., ger
punkt aus betrachtet, absolut unvers
wir uns auch die Frage erlauben
Schöpfer, um die angebliche Har
zu machen, das morphologische
nicht mit dem biologischen zu
d. h. warum er es nicht so einrichte
der Zweiflügler alle parasitisch und
Hautflügler alle pflanzenfressend und

Darauf gibt es aber nur Eine A
eine solche Harmonie den übrigen
widerspricht.

Eine solche Ordnung der Ding
und allein nur unter der Voraussetz
die Gesammtheit der Existenzbedingu
Nun sehen wir aber tagtäglich m
letztere einem fortwährenden, wenn au
unterliegen, während uns die Gesch
lehrt, daß der Schauplatz der Leb
mehrfache totale Veränderungen erlit
wir denn auch der Lösung des groß

Eben das, was die von den Teleologen behauptete Harmonie des ganzen Insektenthums unmöglich macht, d. i. die veränderliche Wirklichkeit, das stellen wir mit Darwin als die letzte Ursache der Metamorphose auf, und suchen demgemäß folgende zwei Fragen zu beantworten:

1) Werden die Insekten wirklich durch den Wechsel der äußern Lebensumstände verändert nnd im Kampf ums Dasein denselben angepaßt?

2) Wie erklären sich nach diesem Principe die Erscheinungen ihrer gegenwärtigen Entwicklung?

I. Beweise der Veränderung und Anpassung.

Die ganze Frage, welche uns hier beschäftigt, wäre selbstverständlich sofort entschieden, wenn es uns gelänge, durch Anwendung gewisser Agentien irgend ein Insekt und dessen Entwicklungsweise in auffallender und bleibender Weise zu verändern oder mit andern Worten eine künstliche Metamorphose herbeizuführen.

In Wirklichkeit aber hat man bekanntlich auf diese Art meist nur geringfügige Veränderungen der Farbe, der Zeichnung u. s. f. erzielt, und wir haben schon früher einmal die Gründe auseinandergesetzt, weshalb wir schwerlich je ausgiebigere Umwandlungen erzwingen werden.

Ist nun auch den bisherigen direkten Beweisen für unsere Annahme kein großes Gewicht beizulegen, so läßt sich doch und zwar auf das Ueberzeugendste die Richtigkeit derselben auf indirektem Wege darthun.

Lehrreich ist in dieser Beziehung zunächst ein Vergleich der verschiedenen Form- und Lebenszustände eines Insektes während der zwei Hauptperioden seiner Entwicklung.

Im Ei, wo dasselbe ein von der Außenwelt fast gänzlich abgeschnittenes Dasein führt, ist die Entwicklung in der Regel eine ziemlich gleichförmige, wenigstens frei von so auf-

fallenden den ganzen Habitus ver
wie man sie sonst beobachtet.

Mit dem Eintritt ins freie
Thier bald unter diese, bald unt
und selbst bei der denkbar größt
gebung dennoch, schon in Folge se
beständig neuen Anregungen und
beginnt auch das Unstäte und V
lung. Letzteres ist geringer bei
schabe, die unter relativ gleichbleib
ständen aufwachsen; es steigert sich
in dem Grade, als der Wechsel un
bedingungen (Aufenthalt, Nahrung

Von großer Wichtigkeit für u
provisorischen Organe, d. h
oder ererbten Normalausrüstung
ganz besonderen Existenzbedingunge
lichen Einrichtungen. Sie finden

Am Embryo zunächst gehöre
Schutzorgane, nämlich die Embryo
Ferner eigenthümliche Werkzeuge
wie z. B. der obenerwähnte Mund

Am reichlichsten ist aber di
längsten und am meisten den
den und feindlichen Außenwelt un
versehen. Wir erinnern nur an die t
Haft- und Schutzorgane, speciell a
Cicindela (S. 73), an das „maulw
der Chironomus*), an die seltsa

*) Bei einer jüngst von uns be
aus einem Paar langer mit einem ra
welche vollkommen den Afteranhängen

röhrenbewohnenden Kärder (Fig. 159 w), an die Dornkränze der Fliegenmaden (Fig. 159 o), sowie von innern Einrichtungen an die Spinnorgane, an gewisse Stinkdrüsen u. a. ganz aparte und nur für einen ganz besondern und eingeschränkten Lebenskreis bestimmte Dinge.

Auch die Puppe hat solche practische Nebenorgane und zwar, was ganz zur Theorie paßt, um so mehr, je mehr sie mit der Außenwelt verkehrt, also je „freier" sie ist. Dies und überhaupt das Wesen der provisorischen Bildungen wird am besten durch eine kurze Vergleichung der Larve und Puppe einer Corethra (S. 492) erläutert. Beide haben eine große Zahl Gemeinsamkeiten: dies ist das Typische, das durch alle Verwandlungen Bestehende und Bleibende. Daneben hat jedes sein Originelles, seine Besonderheiten, wovon wir, um den Unterschied recht deutlich zu machen, nur die Bewegungsorgane hervorheben.

Die Larve (A) nimmt bekanntlich wegen ihrer zwei Tracheenblasenpaare, wovon das eine vorne, das andere hinten liegt, im Wasser eine horizontale Stellung ein. Dem entspricht nun, wie bei einem Fisch, ein verticales Steuerorgan (Fä). Die Puppe (B) dagegen steht, wegen Wegfall der hintern Luftsäcke, vertical im Wasser, und dies verlangt eine (hier in zwei Flügel getheilte) horizontale Schwanzflosse (Fl).

Von andern specifisch pupalen Anpassungen nennen wir noch die gestielten Stigmen der freilebigen Fliegenpuppen, dann gewisse auf den Schutz abzielende Integument-Verdickungen und Rauhigkeiten, wie man sie bei Fliegen, Faltern u. A. beobachtet.

Ganz außerordentlich lehrreich sind dann die Fälle der sog. Con- und Divergenz.

Wir verstehen darunter die schon mehrfach berührte Erscheinung, daß gewisse Entwicklungsstadien und zumal Larven ganz

[illegible]

[illegible]

[illegible]


b
c
d
e
f
g
h
i
k
l
m
n
o
p
q
r
s
t
u
fl
v
w
x
y
z
fl
A
B
C
D
E
fl
F
G
H
I
K
st
L
M
N
st
O
P
fl
fl
Q
R
S
T
U
st
W
X
Y
Z

Fig. 208*.

sind, was offenbar nur daher komm
unter ganz eigenartigen Umständen
Grade accomodirt ist.

So vegetirt bekanntlich die L
unter der Erde oder im Innern
aufzehrt, und damit stimmen die
artige weiche Hinterleib.

Der Larve E hingegen, die
herumtreibt, könnten wir keine pa
als die sie faktisch besitzt, näm
Tracheenkiemen.

Endlich haben wir noch die a
D, und es ist in die Augen spr
verbreiterter Körper der schlüpfr
messen ist.

Daß nun aber diese und ähn
im Kampf ums Dasein erworbe
passungen sind, dafür legen gan
breiteten Rückbildungen Zeug

Die meisten Insekten, um nur
zu bringen, athmen bekanntlich du
Stigmen, von denen meist zwei Pa
auf den Hinterleib entfallen, un
Oeffnungen sowie der zugehörige
Regel bereits am Embryo ausge
gewiß erwarten, daß auch das zw
liegende Mittelstadium, d. i. die La
versehen wäre. Das ist aber be
Larven im Wasser oder in andern
(holopneustisches) Tracheensystem
nicht der Fall, sondern wir finde
Larven vieler Netzflügler, mand
u. s. w., gar keine offener

dafür aber, als echt provisorische Bildungen, die oft erwähnten Kiemenflossen — oder nur einzelne (hemipneustisch), und zwar, je nach der besonderen Lebensweise, entweder ganz hinten (metapneustisch), wie bei den Musciden-maden, bei Hydrophilus, Culex u. s. w., oder nur vorne (propneustisch), resp. (wie bei Musciden, Oestriden) vorne und hinten (amphipneustisch).

Nun, wie lassen sich diese z. Th. ganz bewundernswerth „zweckmäßigen" Verhältnisse anders erklären, als durch die Annahme, daß die betreffenden Larven gleich andern normalathmigen Insekten ehemals in der freien Luft lebten und, wie der Embryo zeigt, auch die typischen Insektenstigmen besaßen, nachträglich aber in das Wasser oder in die gewissen anderen Medien geriethen, und daß dann in Folge dessen die für die geänderten Lebensverhältnisse unvortheilhaften offenen Stigmen und Tracheen nach und nach einer Rückbildung anheimfielen?

Diese neuerlichst durch Palmen auf das eingehendste begründete Auffassung findet ihre glänzende Bestätigung in dem durch denselben Forscher gelieferten ausgedehnten Nachweis, daß es sich hier gar nicht um ein absolutes Fehlen der gewissen Athemvorrichtungen, sondern lediglich um eine provisorische oder temporäre Reduktion und Funktionseinstellung handelt, und es wäre in der That des Versuches werth, zu erproben, ob sich solche Veränderungen nicht vielleicht auch auf künstliche Weise herbeiführen ließen.

II. Erklärung der Metamorphose durch Vererbung und Anpassung.

Wir überzeugten uns soeben, daß gewisse Zustände in der heutigen Entwicklung des Individuums auf thatsächliche Veränderungen der Insekten im Laufe der Zeit d. i. also auf deren historische (oder Stammes-)Entwicklung hinweisen, sowie

aus allem Bisherigen her
wicklungsreihen sich gege

Da nun aber, streng
Entwicklung sowohl mit
suchten Insekten als hinsich
suchung nur theilweise
ontologische Ueberlief
der letzten Jahre, eine ä
versucht es sich von selbst,
der Metamorphose all
liche Hindernisse stöß

Das und der Zweck de
im Nachfolgenden über die D
Gesichtspunkte hinauszugeher

Die Vergleichung der J
Larvenhäuter, Spinnen, Kr
ihrem Körper zwei Gruppen
Segmentanhänge p. p. gewöh
der gemeinten theilen, die
und dann solche Füße, Fü
die in ganz allen haben. D

Der Typus des Gliedern
Insekten von einem Gliederth
einem mit der hervorstehenden
verschiedener Gliederzahl ab
die weiter selbständig durch

* Ein gewissen Verhältn
wie der Stammes der Insekten
London Soc. in Nat. History 187
mehr Zimmer & Blackburn,
einer Aufforderung zu verbinden

** Ein Kommentar des Verfasse
der Kirch. der S. Maria Jesu

erworben und zwar theils ganz neu erworben (wahrscheinlich Flügel u. A.), theils durch Umänderung gewisser Einrichtungen ihrer Vorfahren (Beine, Mundtheile ꝛc.).

Die historische Entwicklung eines Insekts bestünde demnach aus zwei Abschnitten, nämlich aus der Vorgeschichte (Entwicklung der Vorfahren) und aus der eigenen.

Zwei ähnliche Perioden zeigt uns nun auch in der That die individuelle Entwicklung eines Insekts, insofern nämlich im ersten Abschnitt im Allgemeinen wenigstens zunächst der Typus eines Gliederthiers und erst im zweiten der des Insekts zur Ausbildung kommt.

Nun scheint die Erklärung der Ontogenie und speciell des zweiten Abschnittes sehr einfach zu sein.

Denken wir uns einmal als Stamminsekt ein sechsbeiniges aber noch ganz flügelloses Gliederthier und zwar in zwei Exemplaren.

Die Nachkommen des einen Exemplars seien im Laufe der Zeit stets unter ähnlichen Verhältnissen geblieben, hätten sich aber denselben, im Kampf ums Dasein, immer vollkommener angepaßt und hätten im gleichen Sinne auch nach und nach die Flugorgane, sowie manche andere imaginale Charaktere erworben.

Die Wiederholung oder Recapitulation dieser successiven Vervollkommnungen bei den einzelnen Generationen am Individuum gäbe nun das, was wir die einfache fortschreitende Entwicklung nennen.

Die Nachkommen des andern Exemplars dagegen wären im Laufe der Zeit unter sehr abweichenden Bedingungen gerathen und hätten in Folge dessen nach und nach auch sehr abweichende Gestaltungen angenommen, wobei es jedoch schließlich zu einem ähnlichen Resultat wie im ersten Fall d. i. zur Erzeugung einer geflügelten und überhaupt einer echt imaginalen Generation kam.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] wie z. B.
[illegible] im Ko
[illegible] daß dies
[illegible] nichts zu laufe
[illegible] während ihres freic
[illegible]

Trotz alledem kommt der Kerfembryo, wie bekannt, schon vollständig gewappnet aus der Schale, ja es entwickeln sich bereits im Ei sogar solche Einrichtungen, wie z. B. die Facettaugen (der Ametabolen), die Stigmen u. s. w., welche phylogenetisch gewiß relativ jungen Datums sind.

Bedenken wir aber, daß ein Thier und gar ein so ungeheurer Concurrenz und Anfeindung ausgesetztes, wie das Insekt, schon für den ersten Bedarf des freien Lebens

Fig. 209.
Entwicklung einer Schlupfwespe (Polynema natans), nach Ganin.
A Gestieltes Ei.
B Erste Larvenform mit Theilen der gesprengten Eihaut (ch). Ma Hautepithel (Exoderm), Cu die davon abgesonderte Cuticula, c große Central- (Entoderm-) Zellen, sch schwanzartiger Anhang.
C Umwandlung in die zweite Larvenform. Anlage eines Keimstreifs (ks), Bildung des Darmes (en), oG Gehirnganglion, mu Mundspalte. Die Cuticula (Cu) der ersten Larvenform ist gelockert.

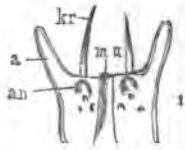
die gewissen Hilfswerkzeuge sehr wohl brauchen kann, so werden wir es vollständig begreifen, daß sich im Laufe der Zeit in Folge der durch gewisse Schwankungen der Bildungsvorgänge ermöglichten Zuchtwahl die embryonale Entwicklungsperiode unter Verkürzung der postembryonalen und unter Vergrößerung des Nahrungsdotters sehr bedeutend verlängert hat.

Sowie es aber für die meisten Insekten von großem Vortheil ist, daß sie möglichst spät beziehungsweise in einem

schon sehr weit vorgeschrittenen Em
verlassen, so kann es, zumal bei gr
ausnahmsweise auch von Nutzen sein,
früh in die Lage versetzt wird, das de
Ausbildung im Ei mangelnde Mater

Eine derartige Verkürzung des
nun auch faktisch bei mehreren Insekt
gewissen durch ihre winzigen Eier
(Pteromalinen) vor.

Fig. 209 A zeigt nach Ganin



Stiel ve
(Polyne
raschend
hervorg
äußern
Form

Das, was andere Insekten und Gliederthiere überhaupt so auszeichnet, nämlich ein System von Nerven und Muskeln, kommt erst später aus einer keimstreifartigen Verdickung des Bauchexoderms (ks) zum Vorschein. Die definitive (3.) Larvenform ist in Fig. 210 dargestellt.

Bei einigen andern Pteromalinen (Platygaster z. B.) ist die erste Larve (Fig. 211 D) wegen gewisser aus der Abbildung ersichtlichen Hilfswerkzeuge allerdings viel höher als bei

Fig. 211.
Entwicklung einer andern Pteromaline (Platygaster).

A Langgestieltes Ei.
B In Theilung.
C Späteres Stadium, wo aus der Centralzelle (c) ein solider Zellhaufen, der Embryo, und aus den Polarzellen (s) die Embryonalhülle entstanden.
D Erste, aus dem Ei ausgeschlüpfte sog. cyclopsartige Larvenform, an Antennen, kr große einschlagbare Krallfüße, ga gabelästiger Schwanzanhang (sog. Furca).
E Dritte Larvenform. k1 Oberkiefer, sp große Speicheldrüsen beiderseits des Darmes, bm strangförmiges Bauchmark, tr Tracheen, g Anlagen der Geschlechtsorgane.

Polynema; ihr Inneres ist aber kaum weniger mangelhaft und geht der endgiltigen typischen Larve (E) gleichfalls ein halb puppen-, halb embryoartiges Mittelstadium mit Keimstreif voraus.

Oft ungemein schwer zu unterscheiden von der jetzt erläuterten Verlängerung resp. Verkürzung einzelner Entwicklungsperioden ist die eigentliche Verschiebung derselben,

[illegible]

daß dieselben trotz vieler Differenzen im Ganzen und Großen doch nur Variationen eines und desselben Typus sind, und besonders der mehr erwähnte Umstand, daß alle gerade in einem Merkmal, das kein anderes Thier besitzt, wir meinen durch den Besitz der Flügel übereinstimmen, läßt, will man nicht zur Annahme greifen, daß die verschiedenen Insekten diese Organe selbständig durch convergente Anpassung erworben haben, wohl keine andere Auffassung zu als die, daß alle Kerfimagines von einer gemeinsamen geflügelten Urform abstammen, und daß also das specifisch Imaginale derselben, zumal der Flügelbesitz etwas relativ Ursprüngliches oder Früherworbenes ist.

Da nun aber, wenigstens der Regel nach, Aehnliches nur aus Aehnlichem hervorgehen kann, so ist klar, daß während der Silur-Periode oder noch früher, wo die ersten imaginalen d. h. geflügelten Insekten entstanden, auch deren Vorstadien resp. deren Larven sowohl unter einander als auch den Imagines ähnlich gewesen sein mußten.

Mustern wir nun aber die gegenwärtigen Vorstadien der metabolischen Insekten, so finden wir bekanntlich, daß diese allgemeine Aehnlichkeit, welche, den einheitlichen Ursprung der Insekten vorausgesetzt, unseres Erachtens einmal nothwendig bestanden haben muß, jetzt nicht mehr besteht, daß vielmehr sogar solche Larven, deren Imagines einander fast vollständig gleich sehen, oft so sehr von einander verschieden sind, daß man nicht einmal einen gemeinsamen Typus zu erkennen vermag.

Diese Erscheinung läßt nun offenbar keine andere Erklärung zu als die, daß das specifisch Larvale gewisser heutiger Vorstadien relativ weit jüngeren Ursprungs als das Imaginale ist, oder mit andern Worten, daß die Vorstadien der Insekten in Folge neuer für sie vortheilhafter Anpassungen erst zu einer Zeit von einander stärker zu

divergiren anfingen, als die histor
nalisirung schon vorüber war.*)

Ja, wird man einwerfen, wie k
sich die Larven im Laufe der Zeit
und einander z. Th. so außerorde
sind, ihre Imagines, wie oben beha
stens im Ganzen immer noch eine
darbieten?

Dieser für unsere Theorie sch
Einwurf findet indeß in einer ber
Lebensgeschichte bewiesenen Thatsac
nämlich die verschiedenen Entwickl
bis zu einem gewissen Grade ganz
variiren können, indem, um uns
bedienen, die äußeren Kräfte, die

verändert werden und daß ferner die Veränderungen des einen Stadiums nicht immer auch eine gleichgerichtete oder correspondirende Umgestaltung des andern bedingt, so bleibt es doch immerhin sehr auffallend, daß die Unterschiede zwischen Larve und Imago oft so außerordentlich groß sind, ja daß ein und dasselbe Wesen nach einander geradezu contrastirende Formen und Lebensgewohnheiten darbietet.

Und in der That ist mit der Berührung dieser Frage der eigentliche Kernpunkt des gesammten Metamorphosenproblems getroffen — zugleich aber auch die Gelegenheit geboten, zu zeigen, daß gerade hier die Theorie der natürlichen Zuchtwahl die einfachste und die vollkommenste Lösung gibt.

Es ist zunächst die Thatsache vorauszuschicken, daß in Anbetracht der ganz enormen, der alle Begriffe übersteigenden Menge der Insekten auch der Kampf ums Dasein und zumal um die Nahrung ein ganz ungeheurer ist und daß von all den unzähligen Concurrenten immer nur verhältnißmäßig wenige Individuen ihren Zweck erreichen und ihre Art fortpflanzen, während die übrigen vorzeitig zu Grunde gehen.

Unter solchen Umständen ist nun wohl klar, daß ein Insekt, welches im Laufe seines Daseins vermöge der Art seiner Entwicklung ein doppeltes Nahrungsgebiet beherrschen würde, wir meinen ein solches, das als Larve etwa zum Abweiden der Pflanzen, später aber, als Imago, zum Aufsaugen des Blütenhonigs eingerichtet wäre, sich in Vortheil befände vor einem andern, das in beiden Lebensaltern ungefähr die gleiche Organisation besäße und in Folge dessen entweder nur Blätter kauen oder nur Honig saugen könnte.

Wenn dies aber im Allgemeinen wenigstens und speciell für die durch einen großen Individuenreichthum ausgezeichneten Insektenformen richtig ist, dann ist auch einleuchtend, daß die natürliche Zuchtwahl eine solche durch die

ganze Naturökonomie gebo
Nahrungstheilung durch Er
geeigneter Körperveränderungen k
und so kann es unter Umständen
totalen Wechsellebigkeit und
kommen, wie sie ja auch bei ander
parasitischen Würmern, eine hervor

Was nun aber das Weitere, d. i
einer solchen Gegensätzlichkeit und S
und Imago anlangt, so hat man
beachten: 1) die Betheiligung der
stadien bei solchen Anpassungen un
Weise, wie diese geschehen und a
hauptsächlich erstrecken.

Hinsichtlich des ersten Punkte
zwar selbstverständlich alle Lebenss
anpassungsfähig sind, daß aber e
noch weniger differenzirten Larv
leichter ausführbar sind als bei
Beziehung so allseitig scharf determi
Imago ist, und dann zweitens, d
lichkeit und Dringlichkeit einer
bei den Larven um so größer ist,
Verhältniß zum Imago dauert,
— zumal wenn der Nahrungserwer
allein zufällt — den unausbleiblic
zu führen haben.

Was dann aber den zweiten
dieser Anpassungen und zwar speci
so ist hier nach dem Frühern eine

*) Sehr verstärkt wird diese Div
Anpassungen des Imago an die Verr

Fig. 212. Raupennest von Bombyx Radama aus Madagaskar, nach Lequerrel.

[illegible]

Tonnenpuppe der Fliege, sich fortpflanzen oder überhaupt ein Lebendiges repräsentiren? Daraus folgt aber, daß die Puppe kein ursprüngliches oder phylogenetisches, sondern lediglich ein secundäres, ein specifisch ontogenetisches Entwicklungsstadium ist.

Man kann aber die Zeit und die Art der Puppen-Bildung noch genauer bestimmen.

Echte oder typische Puppen, so sagen wir, existiren genau so lange, als es stark entimaginalisirte Larven gibt; denn die Puppe ist ja eben nichts Anderes als die gedrängte Zusammenfassung der ehemals zwischen Larve und Imago bestandenen Uebergangszustände, und dieses specifische Verwandlungsstadium erscheint biologisch um so unselbständiger, je selbständiger und eigenartiger die Larve ist und je höher sich zugleich das heutige Imago über das alte erhoben hat.

Bei dieser gleichfalls unter das Princip der Arbeitstheilung fallenden Sonderung in eine Periode des Wachsthums oder der Larve und in eine Periode der Verwandlung oder der Puppe dürfte aber möglicherweise noch ein zweiter Faktor von Bedeutung sein.

Es scheint eine Thatsache, daß in unsern kältern Klimaten der Zustand der Puppe meist in den Winter, in den tropischen Ländern hingegen in die Zeit der größten Trockenheit, also beide Male in Perioden fällt, wo die für den Unterhalt vieler Insekten nothwendigen Bedingungen nicht vorhanden sind.

Nun ist klar, daß viele Kerfe, welche gegenwärtig diese ungünstige Jahreszeit als ruhende und keiner Nahrung bedürftige Puppen verbringen, umkommen beziehungsweise ver-

hungern würden, wenn sie dies
nahrungsbedürftigen Zustand thun
Sinne darf wohl die an denselbe
gelangende Mumificirung als
Individuums abzielende Anpassung

Fig. 213.
a Raupe, b eingesponnene Puppe, c eierlegendes,
spinners, nach Ratz

Wenn wir aber im Vorherg
Puppen der metabolischen Insekten
spät entstandene Zustände bezeichnete
der heutigen Imagines, welche de

abschließen, selbstverständlich nicht im entferntesten gesagt sein, daß sie noch alle den Ur-Insekten glichen.

Der allgemeinste Typus der letzteren, der seiner Vortrefflichkeit halber auch kaum eine wesentliche Verbesserung zuließ, ist allerdings mit erstaunlicher Treue bewahrt worden; alles Uebrige aber, die ganze Detailausführung ist z. Th. gewiß jüngern Ursprungs, und wie sehr auch das Imago dem Einfluß einer veränderlichen Außenwelt unterliegt, das sehen wir u. A. an den Immenbremen und Schildläusen (S. 300), bei denen sich nur das freilebige Männchen zum geflügelten Imago verwandelt, während das Weibchen, sicherlich in Folge seines Parasitismus, noch unter den Zustand der Larve herabsank.

Daß nun aber die Erklärung der Insekten-Metamorphose, wie sie jetzt flüchtig skizzirt wurde, keineswegs etwa, wie es Manchem scheinen mag, jeder realen Grundlage entbehrt, das wird sich zum Schlusse aus folgender Thatsache ergeben.

Es ist, wofür die oben citirte Abhandlung Scudder's die nöthigen Belege enthält, einfach die, daß in den allerältesten Ablagerungen — von der Silurformation an bis herauf zu den durch einen fast unermeßlichen Zeitraum getrennten Juraschichten — wo es bereits Insekten aus allen Ordnungen der A- und Hemimetabolen, Geradflügler, Netzflügler, Schnabelkerfe und auch Käfer in reichster Fülle gab, bisher auch nicht ein einziges echt-metabolisches Kerf, d. i. weder ein Haut- noch ein Zweiflügler oder ein Schmetterling gefunden wurde, und daß also höchst wahrscheinlich während jener ganzen langen Periode auch noch keine typischen Larven und Puppen existirt haben.

Diese Thatsache läßt nun wohl, will man nicht zu
willkürlichen und unbegründeten Hypothese einer w
holten Schöpfung die Zuflucht nehmen, keine ande
tung zu, als die, daß die Metamorphose f
keine ursprüngliche, sondern eine erst nacht
aus der einfachen Entwicklung hervorgeg
Erscheinung ist.

Zusätze.

Biologisches.

1) Ueber die Wechselbeziehung zwischen dem Bau, den Leistungen und den Lebensverhältnissen der Insekten vgl. den meisterhaften Aufsatz von Prof. R. Leukart in Troschel's Archiv 1851.

2) Daß die Variabilität in der Größe der Imagines von der präimaginalen Ernährung abhängt, zeigt sich u. A. bei den Bienen: die in alten und (wegen der zurückbleibenden Cocons früherer Insassen) engeren Zellen aufwachsenden werden kleiner, weil man wahrscheinlich früher zu füttern aufhört.

3) Ueber neue Funde von Höhleninsekten vgl. A. S. Packard jr.: on a new cave fauna in Utah (Bulletin of the survey Vol. III. No. 1. 1877) und the invertebrate cave fauna of Kentucky etc. (American Naturalist 1875).

4) Ueber die Convergenz zwischen den Larvenwohnungen gewisser Schmetterlinge und Netzflügler (S. 66) vgl. die hochinteressanten Angaben von Fritz Müller in Brasilien über Phryganiden (zool. Anzeiger 1878 und 1879, wo man auch am raschesten über die neuesten entomologischen Schriften des In- und Auslandes orientirt wird).

5) Das hohe Alter der xylophagen Käfer (S. 126 ff.) ergibt sich aus: „Bois fossiles perforés par des Coléoptères" (Annales de la Soc. Ent. d. France 1877).

6) Im III. Kapitel wäre ein besonderer Abschnitt über die noch wenig studirten Associationsgesetze der Kerfe einzuschalten gewesen, und zwar 1. über Association der Nachkommen unter einander, 2. mit den Eltern, 3. mit anderen Kerfen.

7) Ueber das Sichaufhängen der Falter:
Werk: „Einleitung in die Entomol
Westwood, eine wahre Schatzkamm
in Vergessenheit gerathener Thatsach
lesenswerth. Michelet, „das Insekt"
Paris 1869, populär.

8) Eine schöne, anschauliche Uebersicht der
Henri de Saussure in seiner
sociales". Paris-Genève 1858. —
Arbeit über exotische Hymenopteren-
Fr. Smith (S. 171 ff.) steht in
Zoological Society of London",
vgl. noch: „Metamorphoses, mœur
von E. Blanchard, und A. S. P
study of Insects". Salem 1872. —
Prof. Kristof in Graz, von dem
herrührt. — K. Möbius, Trosche

Zu S. 254. Daß Ameisen ♀ allein neue Kolonien gründen können, ist nach Forel (S. 253) mehr als zweifelhaft.

12) Weitere interessante Experimente über verschiedene Gewohnheiten, sowie über das Sehen der Ameisen gibt John Lubbock (S. 136) in „the Linnean Society's Journal-Zoologie", vol. XIII u. XIV.

13) Zu S. 289, Generationswechsel. Im Gegensatze zur gewöhnlichen und wohl auch viel begründeteren Anschauung, nach welcher die (freilebigen) Medusen nur höher differenzirte hydroide Geschlechtsorgane (wie sie bekanntlich auch Hydra neben den Sprossen erzeugt), haben wir uns hier mehr einer Ansicht von v. Koch (Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1872) angeschlossen.

Zu S. 298, Cecidomyiden-Larven ꝛc., vgl. den geistvollen Aufsatz von v. Baer im Bulletin de l'Acad. Petersbourg, Tome IX, sowie Ganin's Arbeit ebendaselbst.

14) Ueber kulturschädliche Insekten: u. A. Gust. Künstler (zool.-bot. Ges. Wien 1871).

Entwicklungsgeschichtliches.

1) Zu S. 372. Das Insekten-Ei kann insoferne mit einer eingekapselten Amöbe verglichen werden, als sein Inhalt, wie wir jüngst beobachteten, sich bei gewissen Formen (Chironomus z. B.) in eine relativ homogene und stark kontraktile Rinden- (sog. Blastem) und in eine nahrungsdotterreiche Mark- oder Binnenschichte sondert. Beide Zonen enthalten aber bereits frühzeitig fertige Zellen, die ihrerseits gleichfalls amöboid sind und sozusagen die lebendige Brut der Ei-Amöbe darstellen.

2) Zu S. 374. Der sog. Nahrungsdotter (Fett- und mehr oder weniger körnige und oft zellähnliche „Eiweiß"-Kugeln) ist bei den von uns untersuchten Insekten sicher ein Differenzirungsprodukt des Eikörpers selbst.

3) Zu S. 380. Ueber die Natur und die Entstehung der ersten Embryonalzellen (Protoblasten). Nach unseren neuesten Beobachtungen findet man dieselben z. Th. bereits an noch nicht ausgewachsenen Ovarium-Eiern und zwar oft in sehr großer Anzahl. Sie bestehen aus einem relativ kleinen (im frischen Zustand) röthlichen Kern (mit mehreren Kernkörperchen), umgeben

besonders auch in den Verhandlungen d. zool. bot. Ges. in Wien die wichtigen Arbeiten von Brauer speciell über Dipteren.

Dann, außer den sonst erwähnten: The ancestry of insects von A. S. Packard (Salem 1873), Beiträge zur postembryonalen Gliedmaßenbildung von H. Dewitz (Zeitschr. f. w. Zool. 30 Bd. Suppl.) und Ganin, Materialen zur Kenntniß der postembryonalen Entwicklung der Insekten, Warschau 1876, eine anscheinend höchst wichtige Arbeit, die wir aber aus Unkenntniß des Russischen nicht eingehender berücksichtigen konnten.

8) Betreffs der Bildung des Musciden-Imago. Aus der Vergleichung neuer eigener Schnitte durch ausgewachsene Falter- und Fliegenlarven ergibt sich hinsichtlich der imaginalen Gliedmaßenanlagen eine auffallende Uebereinstimmung. Die Schnitte der letzteren zeigen bei beiden Formen einen dickwandigen (aus einem hohen Cylinderepithel bestehenden) hohlen Zapfen und eine dünne pflasterepithelartige Umhüllung. Dies deutet auf eine Ectoderm-Invagination. Nach Weismann's Befunden zu urtheilen, bleibt es aber höchst fraglich, ob schon die ersten Anlagen der Fliegenextremitäten (in der jungen Made) dieselbe Differenzirung besitzen, und haben wir bisher auch bei den Musciden vergeblich nach einer Invaginationsöffnung gesucht.

Beachtenswerth ist die zweiblättrige Imaginalanlage vor dem Madenafter (S. 475 Fig. 163 a).

9) Den Abschnitt über die inneren Veränderungen der sog. Ametabola haben wir, obwohl er bereits gesetzt war, weggelassen.

10) Zur Eintheilung der Insekten. Die A- und Hemimetabola werden neuerlich mit den Neuropteren und Käfern als (palaeozoische) Heterometabola zusammengefaßt, denen sich dann die geologisch jüngeren Hautflügler, Dipteren und Falter als Holometabola i. e. S. gegenüberstellen. Ontogenetisch läßt sich diese Eintheilung nicht wohl rechtfertigen.

11) Zu S. 471. Die Schwankungen in der Dichte des wachsenden Insektenkörpers stehen in engem Zusammenhange mit dem relativen Wassergehalte desselben.

Einige Urtheile der Presse über das Werk „Graber, Die Insekten."

Der naturwissenschaftlichen Volksbibliothek: „Die Naturkräfte" XXI. und XXII. Band.

Band XXI „Graber, Organismus der Insekten."
Band XXII Abthlg. 1—2 „Graber, Leben der Insekten."

Ueber letzteren Band, dessen Schlußabtheilung der vorliegende Band bildet, sind der Verlagshandlung erst wenige Recensionen zugekommen.

— Die Darlegung des Insektenorganismus seitens Graber's ist klar, interessant und belehrend und zeugt von den sorgfältigsten Mikroskopstudien des Verfassers.
Das neue Blatt.

— Was der Verfasser über die Mechanik des Insektenleibes beibringt, gehört zu dem Besten, was uns auf diesem Gebiete vorgekommen ist. Hier übt die spielende Leichtigkeit seiner Sprache einen wohlthuenden Einfluß auf den Leser, und zwar um so mehr, je mehr er sich über die Einseitigkeit des Entomologen erhebt und sich als allgemeiner zoologischer Morpholog und Physiolog zeigt. Vor dieser Eigenschaft nehmen wir den Hut ab und freuen uns, daß der äußersten Schule deutschen Geistes, daß der alma mater der Buckowina noch solche Kräfte deutscher Wissenschaft zu Gebote stehen.
Die Natur.

— Die im Verlag von R. Oldenbourg erscheinende Volksbibliothek ist eine der wenigen populären Schriftenfolgen, welche derartig zusammengesetzt sind, daß man jeden neu erscheinenden Band mit einem günstigen Vorurtheile in die Hand nimmt. Dieses Vorurtheil wird wieder einmal auf das Glänzendste gerechtfertigt durch den uns vorliegenden ersten Band der „Insekten" von Graber. Wir stehen nicht an, zu behaupten, daß derselbe eines der besten populär geschriebenen deutschen Werke aus dem Gebiete der „beschreibenden" Naturwissenschaften ist. Wenn wir sagen, daß es populär ist, so wollen wir damit lediglich ausdrücken „für Gebildete allgemein verständlich". Dagegen meinen wir damit nicht, daß es etwa nur eine faßliche Darstellung in der Wissenschaft bereits längst bekannter und verbreiteter Anschauungen sei. Der Verfasser, welcher seit einer Reihe von Jahren selbständig und erfolgreich das Gebiet der Insektenanatomie bebaut hat, legt vielmehr in diesem Buche auch eine Fülle von eigenen bis jetzt unpublicirten Beobachtungen nieder. Wir können nur sagen, daß in dem Werke eine vergleichend physiologisch-anatomische Darstellung des Insektenkörpers gegeben wird, wie wir sie sonst in keinem anderen Werke finden. Nicht wenig tragen zu dem günstigen Eindrucke, welchen jeder Fachmann empfangen muß, die vielen schönen Originalabbildungen bei. — Mit Vergnügen sehen wir dem zweiten Theile entgegen.
Zarncke's Literaturblatt.

— Dr. Graber hat es meisterhaft verstanden, dem denkenden Leser alle die Wunder in dem „Organismus der Insekten", in Wort und Bild vor Augen zu führen, und zwar in einer solchen Weise und Methode, daß sowohl Laien als Kenner daraus gründliche Belehrung schöpfen können, zugleich aber auch zu einem immer eindringlicheren und ausgedehnteren Studium dieser wundersamen Naturen sich angeregt fühlen.
Elsäßer Bienenzüchter.

— Kundige und Verständige werden dem Verfasser gern zugestehen, daß das Buch, sowohl hinsichtlich vieler darin niedergelegten Specialuntersuchungen, als auch betreffs der ganzen darin ausgesprochenen Anschauungsweise der insektischen Organisation, als etwas völlig Selbsteigenes zu betrachten ist. Dem hochsinnigen Verleger gebührt Dank, daß er dem gediegenen Werke die Bahn eröffnete und mit der Ausstattung nicht kargte, welche letztere namentlich deshalb zu rühmen ist, daß eine so reiche Anzahl instructiver, meistens mikroskopischer Präparate (im ersten Bande 200, in der I. Abthlg. des zweiten 80) beigegeben wurden, aus dem vorzugsweise die gründlichen und mimutiösen Forschungen des Verfassers erhellen.
Hamb. Nachr.

— Wir haben ein Originalwerk vor uns, von welche
kunde vorzüglich bewanderte Verfasser hofft, daß sowohl
gründliche Belehrung schöpfen, zugleich aber auch zu eine
und ausgedehnteren Studium dieser wunderbaren Natu
mögen. Wenn ich aus der selbst empfangenen Anregung
gnügen beim Durchlesen des Buches schließen darf, so wird
Im vorliegenden Theile des Buches ist der Bau der Ker
dargestellt, wie es der neueste Stand der bekanntlich vom
Specialwissenschaft verlangte. Und selbst wenn der Text
würden die fast ausschließlich neuen, vorzüglich ausgeführte
zu einer höchst beachtenswerthen Erscheinung machen. Di
wird nicht einseitig aufgefaßt, sondern im Umblick auf die g
und mit Berücksichtigung der Lehren der allgemeinen Phys
der Verrichtungen. So ist z. B. die „Mechanik der Gliedm
licher Abschnitt ... Wir kommen nochmals auf die Abbild
die Frucht jahrelanger gründlichster Beobachtungen und ei
chanischem Geschick unterstützten Fleißes. Sie nehmen u
existirenden ähnlichen Darstellungen unbedingt den ersten R
der Verfasser ein Werk von bleibendem Werthe geschaffen.

— Es muß daher das soeben erschienene oben im Titel a
Graber, welches als XXI. und XXII. Band dem verdie
schaftlichen Sammelwerk „Naturkräfte" von Herrn R. Old
gehört, als eine höchst willkommene Erscheinu
ben, und es kann dasselbe speciell den Fach
genug empfohlen werden. Verfasser ist nicht nur
und Histolog, sondern kennt auch sehr gut die Biologie u
den Insektenanatomen oft gemachten Vorwurf, sie wüßten
zerlegten, muß hier auch der genaueste Systematiker fallen
welches den XXI. Band der von R. Oldenbourg in M
„Naturkräfte" bildet, gibt in übersichtlicher und leicht verst
stellung des Organismus der Insekten, einer Thierklasse, r
mit Recht bemerkt, zwar nur ein einzelnes Glied in der
organisirter Thiernaturen und im Ganzen sich wesentlich gl
ganz äußerst formreiche Welt für sich allein ausmacht. Die
Wissenschaft sind gehörigen Ortes verwerthet und auch
Anschauungen mit Nüchternheit Rechnung getragen. Als
gelungen dürften die Kapitel über die Mechanik der Gl
Orientirungsapparat (die Sinneswerkzeuge) zu bezeichnen
Ernährung und dem Stoffwechsel gewidmeten Abschnitte sind
schaftlich, als verständlich und anschaulich gehalten. Eine g
eingedruckter guter Holzschnitte trägt wesentlich dazu bei,
Anfänger und Liebhaber zur ersten Kenntnißnahme als de
schlagen durchaus empfehlenswerth zu machen.

— Wir stehen nicht an, zu behaupten, daß dasselbe
geschriebenen deutschen Werke auf dem Gebiete der besc
schaften ist. Lite

— ... it is therefore with unmixed pleasure that we
of Dr. Graber's admirable and ably-illustrated treati
possible here to give even an outline of the vast series o
author has brought together, nothing relative to the or
regarded as too insignificant for careful and unwearied re
of the thoroughness of his labours we would especially c
teresting observations on the action of the legs of insects
which he seems thoroughly to have studied and which he
although many students would probably have regarded
moment. In fine, the entire volume is most valuable, and
a necessary hand-book, not only by every entomologist, b
interests of natural science at heart.